Bor.
127
۲

B. bl.
Bay.
4° Bav. 127 t

Bestimmungen
für die Abgabe von Büchern und Karten aus dem Hauptconservatorium der Armee.

1) Bücher und Karten können nur gegen wirkliche Einhändigung der entsprechenden und wo nöthig gegengezeichneten Empfangscheine abgegeben werden.
2) Um die allseitige und wechselnde Benutzung der Bibliothek zu erhalten, dürfen zum Privatgebrauche nur zwei Werke zugleich einem Individuum überlassen werden.
3) Karten und Werke mit Kupferstichen können in der Regel ausserhalb des Locale des Hauptconservatoriums nicht abgegeben werden. Für besondere Fälle ist die Erlaubniss zur Abgabe, Ansicht oder Benützung, von dem General-Quartiermeister nachzusuchen.
4) Wird ein ausgeliehenes Werk, Buch oder Karte, nach zwei Monaten nicht zurückgegeben, oder eine Verlängerung nachgesucht, so ist der Empfänger schriftlich zur Rückgabe innerhalb der nächsten acht Tage aufzufordern. Sollte dieser Mahnung nicht Folge geleistet werden, so hat sogleich Meldung an den General-Quartiermeisterstab zu geschehen.
5) Um die Werke und Karten für den allgemeinen militärischen Gebrauch zugänglich zu erhalten, darf die Verlängerung sich nicht über einen Monat ausdehnen; wird das Werk aber mittlerweile von andern begehrt, so findet keine Verlängerung statt.
6) Bei Werken von mehreren Bänden hat, wenn es von mehreren gewünscht wird, der Bibliothekar innerhalb des erbetenen Termins die Zeit zu regeln, wann die ersten Bände den andern Begehrern zukommen sollen.
7) Bei Werken, die zu dienstlichen Arbeiten der Referenten im k. Kriegsministerium und andern Militärstellen oder zu wissenschaftlichen Vorträgen im Generalquartiermeisterstabe und typographischen Bureau nöthig sind, findet hinsichtlich des Termins eine Ausnahme statt; doch muss die Verlängerung von zwei zu zwei Monaten nachgesucht werden. Sollten die Empfenger dieses versäumen oder die erfolgte Mahnung unbeachtet lassen, so ist nach den Bestimmungen sub 4 zu verfahren.
8) Die Zeit der Abgabe für den Privatgebrauch ist auf die Stunden von 11 bis 1 Uhr täglich beschränkt.
9) Beschmutzte, zerrissene oder defecte Bücher und Karten sind von den Empfängern zu ersetzen, deswegen bei der Abgabe genau durchzusehen.
10) Der Eintritt in den Bibliothekssaal ist untersagt. Besuchende dürfen nur durch den Conservator, den Bibliothekar und die dort kommandirten Offiziere in solchen eingeführt werden.
11) Da diese Anordnungen nur den Zweck haben, die Sammlungen vor Schaden zu bewahren, so verpflichtet sich jeder beim Empfange im Interesse des allerhöchsten Eigenthums stillschweigend zu deren genauen Befolgung.
12) Diese Bestimmungen sind gedruckt innerhalb des Einbandes oder des Umschlages neben dem Titelblatte in jedem Bande jedes Werkes einzukleben.

von der Mark, *Gl.-Qmstr.*

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Nivellement

zwischen

Swinemünde und Berlin.

Auf dienstliche Veranlassung

ausgeführt

von

J. J. Baeyer,
Major im Generalstabe.

Mit einer Übersichtskarte.

Berlin.
In Commission bei Ferdinand Dümmler.
1840.

Gedruckt bei Trowitzsch & Sohn.

B.
Baey

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Wehrkreis-
bücherei VII
München

Abteilung

Digitized by Google

Vorrede.

Nachdem im Herbst 1834 die geodätische Operation in Ostpreufsen beendigt war, unternahm der Herr Geheime-Rath *Bessel* im folgenden Frühjahr die Bestimmung der Länge des Secundenpendels auf der *Berliner Sternwarte.* Bei dieser Gelegenheit kam die Höhe von *Berlin* über der Meeresfläche als ein wichtiges Reductions-Element zur Sprache, welches nicht zweifelhaft sein durfte, wenn das Resultat über die Pendellänge mit der grofsen Feinheit der Beobachtungen im Einklange stehen sollte: und doch herrschte gerade über diesen Punkt noch immer eine höchst sonderbare Ungewifsheit.

Herr Professor *Berghaus*, aufgefordert von dem Herrn Freiherrn *Alexander von Humboldt*, stellte in einem Sendschreiben vom 31. Mai 1835 sämmtliche Untersuchungen über diesen Gegenstand zusammen, woraus sich Folgendes ergab:

Vor dem Jahr 1821 nahm man, nach General *von Lindener* und Professor *Beguelin*, die absolute Höhe des Strafsenpflasters im Thorwege der alten *Berliner Sternwarte*

Digitized by Google

(auf welchen Punkt sich auch alle folgenden Angaben beziehen) zu . . . . . 11T,16 an.

Im Juni 1823 war mit verglichenen *Pistor*'schen Instrumenten eine besondere Barometer-Expedition, zur Bestimmung der Höhe von *Berlin*, unternommen worden. Herr Professor *Poggendorf* hatte sich nach *Kuxhafen* an die Nordsee, Herr *von Chamisso* nach *Greifswalde* an die Ostsee begeben, während Herr Oberstlieutenant *von Oesfeld* seine Station auf der alten *Berliner Sternwarte* genommen hatte. Die Beobachtungen wurden vier Wochen lang von Stunde zu Stunde wiederholt und gaben die Höhe von *Berlin* gleich 10T,6

Im Jahr 1824 fand Herr Professor *Berghaus* aus drei Jahrgängen (von 1821 bis 1823) korrespondirender Barometerstände in *Berlin*, *Altona* und *Apenrade* die Höhe von *Berlin*

durch *Altona* gleich 13T,03
durch *Apenrade* gleich 8,17

Im Jahr 1826 berechnete Herr Professor *Berghaus* dieselbe Höhe auf verschiedenen Wegen und fand:

1. Aus einem fünfjährigen mittleren Barometerstande in *Berlin* (von 1821 bis 1825) 20T,01
2. Aus Vergleichung der korrespondirenden Barometerstände in *Berlin* und *Tangermünde*, verbunden mit partiellen geometrischen Elb-Nivellements 18T,38
   wobei jedoch der Höhenunterschied der Elbe auf der

Digitized by Google

Strecke von der Preufsisch-Hannöverschen Gränze bis Boitzenburg aus einem muthmafslichen Gefälle der Elbe geschlossen werden mufste.

3. Aus diesem Elb-Nivellement und älteren Abwägungen der Havel und Spree . . . . . 17',16

Seit dem Jahr 1826 waren in *Swinemünde* und *Stralsund* Barometer-Stationen errichtet, und mit *Pistor*'schen Instrumenten versehen worden. Im Jahr 1835 *) stellte Herr Professor *Berghaus* abermals neue Rechnungen an, und zog aufser den erwähnten Stationen auch noch *Königsberg* und *Danzig* mit in die Reihe; doch ist zu bemerken, dafs die Barometer in *Stralsund, Danzig* und *Königsberg* nicht mit dem *Berliner* verglichen waren. Diese Untersuchung gab für die Höhe von *Berlin,* Strafsenpflaster im Thorwege der alten *Sternwarte:*

1.	durch	*Swinemünde*	9 Jahre	1826—1834	14',74	
2.	-	*Stralsund*	7 -	1827—1833	14,33	
3.	-	*Danzig*	2 -	1827—1828	14,75	
4.	-	*Königsberg*	2 -	1827—1828	14,75	
5.	-	*Apenrade*	5 -	1823—1827 = 17',31		15,23
6.	-	*Apenrade*	2½ -	1830—1833 = 13,16		
7.	-	*Altona*	6 -	1822—1827	14,92	
				Mittlere Höhe von *Berlin*	14,78	

*) Später fand Herr Professor *Berghaus* durch angebrachte Correktionen für die Windrichtung etc. die Höhe von *Berlin* sehr nahe gleich der, welche §. 31. aus dem trigonometrischen Nivellement hervorgeht.

Digitized by Google

Wollte man diese Bestimmung als richtig annehmen, so folgte aus den geometrischen Nivellements der Spree, der Havel und des Finow-Kanals, dafs die Oder an der Mündung des letzteren 6^{T},5 unter dem Niveau der Ostsee läge: ein Widerspruch, der nur durch die Voraussetzung beträchtlicher Fehler zu erklären war. Obgleich das geometrische Nivellement von einem Antheil an diesem Fehler nicht direkt freigesprochen werden konnte, so waren doch Gründe vorhanden welche die barometrischen Bestimmungen bei weitem mehr verdächtigten. Herr Professor *Berghaus* hatte den Höhenunterschied zwischen *Berlin* (Strafsenpflaster im Thorwege der alten *Sternwarte*) und dem mathematischen Salon in *Dresden* gleich . . . 45^{T},32 bestimmt, und Herr *Lohrmann* hatte aus korrespondirenden Beobachtungen in *Dresden* und *Apenrade* (Annalen XI, 228) die Höhe des mathematischen Salons über dem Meer gleich 48^{T},16 gefunden, woraus für *Berlin* eine absolute Höhe von nur 2^{T},84 folgte. Hierzu kam noch, dafs wiederholte Barometer-Messungen den Höhenunterschied zwischen *Berlin* und der *Oder* bei *Freienwalde* zu 16 bis 17^{T} ergaben, wonach also die Oder auch hier unter die Meeresfläche zu liegen kam, wenn die obige Höhe von *Berlin* (14^{T},78) richtig gewesen wäre.

Bei diesem Stande der Dinge ersuchte der Wirkliche Geheime-Rath, Herr Freiherr *Alexander von Humboldt*, den Herrn Chef des Generalstabes der Armee, zur endlichen Ent-

Digitized by Google

scheidung der Sache, ein trigonometrisches Nivellement zwischen der Ostsee und *Berlin* ausführen zu lassen.

Mit Bereitwilligkeit wurde sogleich auf diesen Vorschlag eingegangen, und mir unter dem 3. Juni 1835 der Auftrag ertheilt, im Laufe des Sommers diese Arbeit auszuführen, und den Königlichen Ingenieur-Geographen Herrn *Bertram*, der in Neu-Vorpommern mit Messungen beschäftigt war, als zweiten Beobachter heranzuziehen.

Der Herr Geheime-Rath *Bessel*, dessen gütiger Unterstützung durch Rath und That ich mich dabei auf die allerfreundschaftlichste Weise zu erfreuen hatte, nahm sich der Sache mit vielem Interesse an, und gab mir nicht allein die Mittel zur zweckmäfsigsten Anordnung der Operation an die Hand, sondern liefs auch später seinen Rath nie fehlen. — Möchten ihn nach Ansicht der Resultate seine Bemühungen nicht gereuen! —

Am 7. Juni 1835 reiste ich von *Berlin* nach *Königsberg* ab, um die Instrumente, welche sich zur Zeit noch auf der dortigen Sternwarte befanden, abzuholen, und um die nöthigen Anordnungen für die Fortsetzung einer Haupt-Dreieckskette zu treffen, welche von *Königsberg* längs der Ostseeküste nach *Rügen* geführt werden sollte, und wozu bereits die Vorarbeiten eingeleitet waren.

Am 22. Juni mit den Instrumenten in *Stettin* angelangt, unternahm ich in den folgenden Tagen die Recognoscirungen zur Auswahl der Nivellements-Stationen. Nach 5 Wochen

Digitized by Google

waren sämmtliche Vorbereitungen beendigt, so dafs am 29. Juli die Beobachtungen auf den Stationen *Swinemünde* und *Gollenberg* beginnen konnten. Am 24. September waren alle 13 Stationen absolvirt. An den folgenden Tagen wurde auf der hiesigen *Sternwarte* die Prüfung der Instrumente über die richtige Angabe der Zenithdistancen (§. 20.) vorgenommen, und in der Zeit vom 27. September ab, brachte der Herr Ingenieur-Geograph *Bertram* die noch fehlende Verbindung der Dreiecke zwischen *Bernau* und *Oderberg* (§. 1.) zu Stande; so dafs Anfangs November die ganze Operation beendigt war.

Die Rechnungen sind sämmtlich nach den Vorschriften des Herrn Geheime-Rath *Bessel* geführt worden, und bei der Ausführung derselben hat mich der Herr Lieutenant *von Mörner*, ein junger eben so thätiger als kenntnifsreicher Offizier, auf das Eifrigste unterstützt.

J. J. Baeyer.

Digitized by Google

Inhalt.

I. Einleitung.

Seite

§. 1. Dreiecksverbindung zwischen *Berlin* und *Swinemünde* 1
§. 2. Auswahl der Nivellements-Stationen 2
§. 3. Signale und Signalisirungen 3
§. 4. Beschreibung der Instrumente 5
§. 5. Anordnung der Beobachtungen 7

II. Horizontale Messung.

§. 6. Bemerkungen über die Winkelmessungen auf den Nivellements-Stationen 10
§. 7. Rechnungsmethode bei der Ausgleichung der horizontalen Directionen 11
§. 8. Beobachtungen auf den Nivellements-Stationen und wahrscheinlichste Directionen 13

Ausgleichung des Dreiecksnetzes.

§. 9. Rechnungsvorschrift 30
§. 10. Hypothese über den relativen Werth der mit verschiedenen Instrumenten gemessenen Winkel in der Dreieckskette 32
§. 11. Zusammenstellung sämmtlicher gemessenen Winkel nebst ihren unbekannten Verbesserungen 34
§. 12. Bedingungsgleichungen in dem ganzen Dreiecksnetze 38
§. 13. Auflösung der Bedingungsgleichungen zwischen dem *Eichberge* und dem *Semmelberge* 41
§. 14. Auflösung der Bedingungsgleichungen zwischen dem *Pimpenellenberge* und *Stettin* 44
§. 15. Auflösung der Bedingungsgleichungen zwischen *Stettin* und dem *Gollenberge* . . 49
§. 16. Zusammenstellung der verbesserten Winkel 52
§. 17. Berechnung der horizontalen Entfernungen 53

Digitized by Google

III. Höhenmessung.

Seite.

§. 18. Theorie der Höhenmessung 61

§. 19. Geographische Positionen der Stationspunkte, Azimuthe und Krümmungshalbmesser der Nivellements-Stationen 79

§. 20. Vergleichung der Instrumente 80

§. 21. Mittleres Niveau der Ostsee 81

§. 22. Höhe des Fernrohrs auf der Station *Swinemünde* und Festlegung des Nullpunktes 84

§. 23. Beobachtete Zenithdistancen — Berechnung der Höhen und der Coefficienten der Strahlenbrechung — Wahrscheinlicher Fehler jeder Station 85

§. 24. Bestimmung des *Marienthurms* in *Berlin* und des magnetischen Häuschens bei der *Sternwarte* 98

§. 25. Bestimmung des Pegels und einiger anderer Punkte von *Berlin* 100

§. 26. Bestimmung der Thürme von *Berlin* 102

§. 27. Bestimmung des Pegels am *Engen-Oderkruge* — Controle 103

§. 28. Bestimmung des Pegels bei *Oderberg* 105

§. 29. Bestimmung verschiedener Punkte in der Nähe der Nivellements-Stationen . . . 107

§. 30. Festlegung des Endpunktes 108

§. 31. Zusammenstellung der gemessenen Höhen und ihrer wahrscheinlichen Fehler . . 111

§. 32. Coefficienten der Strahlenbrechung — Gesetz der mittleren terrestrischen Refraktion — Ungleiche Veränderungen der Strahlenbrechung an je zwei gleichzeitig und gegenseitig beobachteten Stationen 113

§. 33. Bemerkungen über den Einfluss der Wärmeabnahme auf die Strahlenbrechung, und über die Erscheinungen des Heliotropenlichts 121

Druckfehler.

Seite 21 Zeile 3 von unten statt — 1,500 *A* lese man — 0,500 *A*

- 56 - 8 von oben - Jahobith. - - Jacobith.

Digitized by Google

I. Einleitung.

§. 1. Dreiecksverbindung zwischen *Berlin* und *Swinemünde*.

Obgleich noch keine direkte Dreiecksverbindung zwischen *Berlin* und *Swinemünde* Statt fand, so waren doch so viel Vorarbeiten vorhanden, dafs dieselbe mit leichter Mühe bewerkstelligt werden konnte.

Das Königliche Ministerium für den Handel, die Gewerbe und das Bauwesen, hatte in den Jahren von 1820 bis 1824, durch den Premier-Lieutenant *Asmann* eine trigonometrische Vermessung der Oder ausführen lassen, deren Resultate in dem zweiten Jahrgang der Hertha publicirt worden sind. Diese Vermessung schliefst sich in der Gegend von *Sorau* und *Grüneberg*, an die Seite *Rückenberg-Meiseberg*, der grofsen Dreieckskette des Generalstabes an, und erstreckt sich von hier aus, dem Lauf der Oder folgend, südlich bis zur Österreichischen Gränze und nördlich bis zu den verschiedenen Mündungen der Oder: sie konnte also auf der ganzen Strecke von *Oderberg* bis *Swinemünde* zu dem Nivellement von *Berlin* benutzt werden. Von *Berlin* aus reichten die Dreiecke des Generalstabes bis *Bernau-Werneuchen*; es blieb daher nur der Anschlufs dieser Seite mit der Seite *Oderberg-Angermünde* übrig, um die direkte Verbindung zwischen *Berlin* und *Swinemünde* herzustellen.

Digitized by Google

§. 2. Auswahl der Nivellements-Stationen.

Bei der Auswahl der Nivellements-Stationen wurden folgende Grundsätze aufgestellt und treu befolgt:

1. Die Aufstellung der Instrumente mufs so fest und sicher als möglich sein.
2. Die Gesichtslinien von einer Station zur andern dürfen nirgends dem Erdboden nahe kommen und müssen möglichst hoch über den dazwischen liegenden Terraingegenständen fortgehen.
3. Die Benutzung der Kirchthürme zu Nivellements-Stationen mufs vermieden werden, weil sie selten eine genügende Sicherheit der Aufstellung gewähren, und selbst bei ganz mäfsigem Winde so stark schwanken, dafs die Angaben des Niveaus unsicher werden. Aufserdem sind die Thürme dem Leuchten mit einem Heliotropen sehr hinderlich, und das Anbringen einer sichern Marke als Zielpunkt ist nicht ohne Schwierigkeit.
4. Zur sicheren Bestimmung der Stationen ist erforderlich, dafs von jeder wenigstens drei Dreieckspunkte gesehen werden können.

Diese Bedingungen erlaubten nur selten Dreieckspunkte als Nivellements-Stationen zu benutzen, welches allerdings das Einfachste gewesen wäre, dagegen bot aber das $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Meile breite Oderthal, mit seinen 200 bis 300 Fufs hohen Thalrändern zur Erfüllung der 2ten Bedingung die beste Gelegenheit dar, welche auch, wie die Übersichtskarte zeigt, auf der ganzen Strecke von *Stolzenhagen* bis zum *Semmelberge* bei *Freienwalde* getreu benutzt wurde, wo die Stationen abwechselnd auf dem linken und rechten Thalrande liegen, und die Nivellements-Linien beständig das Thal der Oder durchschneiden

Mit Rücksicht auf die Erfüllung der erwähnten Bedingungen gelang es, die Stationen sämmtlich so zu wählen, dafs die erforderlichen Aussichten überall auf ebener Erde Statt fanden und nirgends der Bau eines höheren Signals nothwendig wurde.

Digitized by Google

§. 3. Signale und Signalisirungen.

Da, wie eben erwähnt, die sämmtlichen Stations-Punkte die nöthigen Aussichten auf ebener Erde gestatteten, so wurden, mit Ausnahme von *Swinemünde* und *Kreuzberg*, auf jeder zwei Pfähle in geringer Entfernung von einander eingesetzt, von denen der eine zur Aufstellung des Instrumentes, der andere für den Heliotropen bestimmt war. Die Beobachtungspfähle waren Eichen- oder Kiefernstämme von 18 Zoll Durchmesser, und 7 bis 8 Fufs Länge, die so tief eingegraben wurden, dafs sie gegen $3\frac{1}{2}$ Fufs über dem Boden hervorragten. Sie wurden deswegen von so bedeutender Stärke genommen, damit die Instrumente unmittelbar auf dem Hirnholze Platz fanden. Die Pfähle zu den Heliotropenständen hatten in der Regel nur 8 bis 10 Zoll Durchmesser. Die oberen Flächen beider Pfähle wurden in ein und dieselbe Horizontalebene gebracht.

In *Swinemünde* wurde am Bollwerk vor dem Gasthofe zum Kronprinzen, ganz nahe bei dem Pegel, einer von den 17 Zoll starken tief eingerammten Pfählen, welche zum Anlegen der Schiffe bestimmt sind, horizontal abgeschnitten und zur Aufstellung des Instrumentes benutzt.

Auf dem *Kreuzberge* bei Berlin mufste der Standpunkt auf dem steinernen Postament des Monumentes genommen werden, wo ein Pfeiler von Ziegelsteinen aufgemauert und eine drei Zoll starke Sandsteinplatte darauf befestiget wurde.

Auf der Plateforme der *Berliner neuen Sternwarte* konnte der, vom Centrum des runden Thurms in nordwestlicher Richtung stehende Sandsteinpfeiler, zur Aufstellung des Instrumentes benutzt werden.

Auf dem *Gollenberge* und dem *Pimpenellenberge* fanden sich die Centra der *Asmann*'schen Signale noch im Boden vor, die Beobachtungspfähle wurden daher genau über denselben aufgestellt, so dafs diese beiden Stationspunkte mit den Dreieckspunkten identisch sind.

Da die Witterung während des ganzen Sommers ziemlich günstig war, so konnte bei allen gröfseren Entfernungen ausschliefslich nach Heliotropenlicht beobachtet werden, welches um so wünschenswerther sein mufste, da die wechselseitige Ansicht der Stationen sich nicht immer gegen den Himmel projektirte, und deswegen die Errichtung eines deutlichen Signals nicht wohl erlaubte. Für die nicht weit von einander entfernten Stationen, wie zwischen

Digitized by Google

Swinemünde und dem *Gollenberge,* zwischen *Stolzenhagen* und dem *Engen-Oderkruge,* zwischen dem *Kreuzberge* und der *Berliner Sternwarte,* waren Signaltafeln von 18 Zoll im Quadrat angefertiget worden, die mit weifser Ölfarbe angestrichen waren, und in der Mitte einen 6 Zoll breiten horizontalen schwarzen Streifen hatten, der sich zwischen den Parallelfäden der Fernröhre sehr gut einstellen liefs. Diese Tafeln wurden genau über dem Centrum des Heliotropenstandes aufgestellt und als Zielpunkte benutzt; sie gewährten den Vortheil, dafs man bei bedecktem Himmel und bei Sonnenschein gleich gut beobachten konnte, und überhoben aufserdem der Mühe des Leuchtens.

Digitized by Google

§. 4. Beschreibung der Instrumente.

Die Instrumente, welche bei dem Nivellement in Anwendung kamen, waren:

1. Ein grofser Theodolit von *Ertel* in München (derselbe, welcher bei der geodätischen Operation in Ostpreufsen gebraucht wurde) mit einem 15zölligen Azimuthalkreise, dessen Fernrohr an der Axe einen mit derselben fest verbundenen 8zölligen Höhenkreis trägt. Die Nonien an dem ersteren geben unmittelbar 2 Secunden, an dem letzteren 4 Secunden an. Ein Theilstrich des Niveaus am Höhenkreise ist = 17,715 und die Höhe des Fernrohrs über dem Fufs des Instrumentes beträgt 0,2326. Das Fernrohr hat sowohl in horizontaler, als vertikaler Richtung zwei Parallelfäden.
2. Ein Theodolit von *Gambay* in Paris mit einem 12zölligen Azimuthal- und einem 12zölligen Höhenkreise. Der Azimuthalkreis hat zwei, der Höhenkreis aber vier Nonien, welche an beiden Kreisen eine unmittelbare Ablesung der Winkel von 3 Secunden gestatten. Das Beobachtungsrohr befindet sich an der horizontalen Axe der Nonien des Höhenkreises, und steht aufserhalb des Centrums von dem Azimuthalkreise. Ein Theilstrich des Niveaus am Höhenkreise beträgt 3,630 Secunden, und die Axe des Fernrohrs ist 0,1739 über dem Fufs des Instrumentes. Das Fernrohr ist in horizontaler Richtung mit zwei Parallelfäden, in vertikaler Richtung aber nur mit einem Faden versehen. — Dieses Instrument gehörte früher dem Herrn Freiherrn *Alexander von Humboldt,* der es dem Königlichen Generalstabe überlassen hat.

Der Werth eines Theilstrichs in Secunden der Niveau-Scala am *Ertel*'schen Theodoliten war früher schon, bei der geodätischen Operation in Ostpreufsen, von dem Herrn Geheimen Rath *Bessel* selbst, am Fadenmikrometer des 3füfsigen Meridiankreises seiner Sternwarte bestimmt worden. Die Niveau-Scala des *Gambay*'schen Theodoliten wurde nach derselben Vorschrift von Herrn *Busch,* dem Gehülfen des Herrn Geheimen Rath *Bessel,* und mir, Anfangs Juni 1835 bestimmt. Obgleich die Gröfse der Theilstriche an dem Niveau des *Ertel*'schen Theodoliten noch einmal so grofs ist, als an dem *Gambay*'schen, so steht das erstere Niveau dem letzteren doch an Empfindlichkeit bedeutend nach; dagegen

Digitized by Google

ist aber die optische Kraft des *Ertel*'schen Fernrohrs dem *Gambay*'schen weit überlegen.

3. Ein Box-Chronometer von *Tiede* in Berlin.
4. Ein Taschen-Chronometer von *Tiede*, dem zweiten Beobachter Herrn *Bertram* gehörig.

Der Ingenieur-Geograph *Bertram* beobachtete mit dem 12zölligen Theodoliten und seinem Taschen-Chronometer, und ich mit dem 15zölligen und dem Box-Chronometer.

Digitized by Google

§. 5. Anordnung der Beobachtungen.

Die Beobachtungen der Zenithdistancen fingen des Morgens um $7\frac{1}{2}$ Uhr, des Nachmittages um 3 Uhr an. Des Vormittages wurden nie mehr als 12 Einstellungen gemacht, des Nachmittages aber 16, jedoch so, dafs nach den ersten 8 eine Pause von einer halben Stunde eintrat, wodurch man den nachtheiligen Einflufs, den die Ermüdung des Auges auf die Güte der Beobachtungen ausüben möchte, beseitigen wollte.

Die Anzahl der Beobachtungen sollte auf 30 bis 40 Einstellungen gebracht werden, und damit die Instrumente in einer symmetrischen Lage blieben, so wurde stets mit Kreis rechts angefangen. Des Vormittages folgten nach zwei Einstellungen mit Kreis rechts, vier mit Kreis links, dann vier mit Kreis rechts und endlich zwei mit Kreis links. Des Nachmittages kamen zuerst zwei Einstellungen mit Kreis rechts, dann vier mit Kreis links, hierauf vier mit Kreis rechts (zwischen denen die Pause), dann wieder vier mit Kreis links und endlich zwei mit Kreis rechts.

Um die Gleichzeitigkeit der Beobachtungen mit möglichster Schärfe zu erreichen, wurde einige Minuten vor dem Beginn der Beobachtungen, von beiden Stationen, die wir mit *A* und *B* bezeichnen wollen, gegenseitig geleuchtet, oder es wurden statt dessen die Signaltafeln aufgestellt, zum Zeichen dafs beide Beobachter vorbereitet waren. Hierauf verdeckte der Beobachter in *A* sein Licht oder seine Tafel; sobald der Beobachter in *B* dies sah, verdeckte er ebenfalls. Die Beobachtungen selbst fingen nun damit an, dafs erst *A* sein Licht oder seine Tafel aufdeckte, und dann *B*. Bei der nächsten vollen Minute, nachdem *B* aufgedeckt hatte, wurden dann die Objekte eingestellt und die Ablesungen gemacht. Hierauf deckten beide Beobachter zu, und sobald die Instrumente für die zweite Beobachtung wieder in Stand gesetzt waren, deckte erst *A* auf und dann *B*, und bei der nächsten vollen Minute, nachdem *B* aufgedeckt hatte, wurde die zweite Einstellung gemacht, u. s. w.

Dies Arrangement gewährte den Vortheil, dafs kein Objekt eher eingestellt werden konnte, als bis beide Beobachter dazu vorbereitet waren, und da die Zeit, wo *B* sein Licht aufdeckte, stets zwischen 15 und 30 Se-

Digitized by Google

cunden am Chronometer gewählt wurde, so verstrichen von diesem Augenblick bis zur vollen Minute, stets 45 bis 30 Secunden, welche dem Beobachter in *A* hinreichende Zeit gaben, seine Einstellungen sehr genau zu machen, selbst wenn er das Licht von *B* auch erst mehrere Secunden nach seinem Erscheinen entdeckt haben sollte. Die Beobachtungen mufsten zwar auf diese Weise etwas langsamer von Statten gehen, als es der Fall gewesen sein würde, wenn man auf die strenge Gleichzeitigkeit derselben Verzicht geleistet hätte; dagegen gab aber das angewandte Verfahren die Überzeugung, dafs in dieser Hinsicht nichts zu wünschen übrig geblieben ist. — Das Verdecken und Aufdecken des Heliotropenlichtes geschieht mittelst Klappen, welche durch das Anziehen einer Schnur sich vorschieben, und bei dem Loslassen wieder zurückfallen, so dafs diese Operation, auf das Kommando des Beobachters, von dem Gehülfen der den Heliotropen richtet, mit der gröfsten Leichtigkeit und Schnelligkeit ausgeführt werden kann.

Bei dem Wechseln der Stationen wurde immer eine Station übersprungen, dergestalt, dafs wenn *A, B, C, D* ... die Stationen der Reihe nach bezeichnen, bei dem ersten Wechsel sich der Beobachter von *A* nach *C*, bei dem zweiten, der von *B* nach *D* begab u. s. w. Bei dieser Gelegenheit kamen jedesmal beide Beobachter zusammen um die Chronometer zu vergleichen, und wünschenswerthe Abänderungen zu besprechen.

Die Absicht dieser Anordnung war, den nachtheiligen Einfluſs unschädlich zu machen, der entsteben würde, wenn die Instrumente nicht genau die wahren Zenithdistancen angeben sollten.

Wenn ein Beobachter dem andern irgend etwas mitzutheilen hatte, so geschah es vermittelst der dazu eingeführten Heliotropen-Telegraphie. Boten wurden nur dann geschickt wenn es an Sonnenschein fehlte. — Die Zeichen bestehen in Lichtblicken, welche durch Verdeckungen des Heliotropen-Spiegels hervorgebracht, und von dem Empfänger der Depesche gezählt werden. Als Avertissement dienen schnell auf einander folgende Verdeckungen des Spiegels, wodurch ein deutlich wahrnehmbares Blitzen entsteht, welches von dem Empfänger als Zeichen seiner Aufmerksamkeit erwiedert wird. Nach einer Pause von 30 Secunden erfolgen dann die Zeichen selbst, welche Zahlen darstellen, deren Bedeutung vorher festgesetzt worden ist. Z. B.

Eine Secunde Licht bedeutet die Zahl 1.

Eine Sec. Licht, eine Soc. dunkel, und eine Sec. Licht, die Zahl 2. u. s. w.

Die Menge der auf einander folgenden Lichtblicke bestimmt also die Zahl.

Fol-

Digitized by Google

Folgende Signale wurden für das Bedürfnifs ausreichend gefunden: *)

Die Zahl 1 bedeutet: Ich sehe das Licht schlecht.
- - 2 - Licht verkleinern.
- - 3 - Licht vergröfsern.
- - 4 - Fertig und Abreise.
- - 5 - Ich bin verhindert zu beobachten, der Heliotrop leuchtet aber fort.
- - 6 - Das Hinderniſs ist gehoben.
- - 7 - Es ist ein Bote unterweges.
- - 8 - Ich bin noch nicht fertig.
- - 9 - Ich bitte um Licht.
- - 10 - Ich kann das Licht jetzt nicht gebrauchen.

Zum Zeichen dafs das Signal verstanden worden ist, wird es da erwiedert, wo die Erwiederung zugleich als Bejahung gilt. Soll etwas verneint werden, so wird ein anderes entsprechendes Signal zurückgegeben, z. B. erhält ein Beobachter das Signal 4. (fertig) und er ist noch nicht fertig, so erwiedert er statt dessen 8.

Vor dem Beginn oder nach der Beendigung jeder Reihe, wurden durch Beobachtung einer nahen Marke in beiden Lagen des Instrumentes besondere Bestimmungen der Zenithpunkte gemacht.

Die Zeit vor und nach der Messung der Zenithdistancen wurde zur Beobachtung der horizontalen Winkel zwischen allen sichtbaren Dreiecks-punkten benutzt.

---

*) Man kann auf dieselbe Weise leicht jede beliebige Zahl signalisiren, wenn man die Zeichen durch gröfsere sicher zu unterscheidende Zeitintervalle in Classen abtheilt und festsetzt, dafs die ersten Zeichen Einer, die nach einer Pause von etwa 30 Secunden folgenden, Zehner, die nach einer abermaligen Pause von 30 Secunden folgenden, Hunderter bedeuten u. s. w., z. B. um die Zahl 234 auszudrücken, signalisirt man nach dem Avertissement die Zahl 2, nach einer Pause die Zahl 3, und nach einer abermaligen Pause die Zahl 4.

Digitized by Google

II. Horizontale Messung.

§. 6. Bemerkungen über die Winkelmessungen auf den Nivellements-Stationen.

Alle Richtungen von denen die Bestimmung der Stationspunkte abhängig ist, sind acht- und mehrfach beobachtet, und nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen worden.

Um die Directionen bei dem geringsten Zeitaufwande von den verschiedenen Fehlern, die durch schiefe Beleuchtung, unvollkommene Aufstellung der Instrumente u. s. w. herbeigeführt werden können, möglichst frei zu erhalten, sind die Beobachtungen nie zu ein und derselben Zeit ausgeführt, sondern auf verschiedene Tage und verschiedene Tageszeiten vertheilt worden, wobei stets Sorge dafür getragen wurde, den Einfluſs der optischen Axe durch die entgegengesetzten Lagen des Fernrohrs zu compensiren. Aufserdem wurde bei jeder neuen Aufstellung des Instrumentes der Anfangspunkt verändert, so dafs die Ablesungen immer auf andere Stellen der Kreiseintheilung fielen.

Die Resultate welche der 15zöllige *Ertel*'sche Theodolit bei der geodätischen Operation in Ostpreufsen geliefert hat, berechtigen zu der Annahme, dafs die auf diese Weise beobachteten Directionen nicht über eine Secunde fehlerhaft sein dürften.

Die Beobachtungen mit dem *Gambay*'schen Theodoliten sind weniger zahlreich ausgefallen, weil (§. 4.) das Beobachtungsrohr excentrisch angebracht ist, und daher für jeden Winkel am Centrum vier Einstellungen (zwei in der einen und zwei in der entgegengesetzten Lage des Fernrohrs) erforderlich sind. Die Reduction auf das Centrum bei den einzelnen Beobachtungen ist nicht zulässig, weil diese jedesmal die genaue Kenntnifs des Fehlers der optischen Axe voraussetzt, welcher Fehler sich nach der Construction des Instrumentes mit jeder neuen Aufstellung ändert. Alle als einfach angeführten Beobachtungen mit dem *Gambay*'schen Theodoliten beruhen daher sämmtlich auf zweifachen Einstellungen der Objekte.

Digitized by Google

§. 7. Rechnungsmethode für die Ausgleichung der horizontalen Directionen.

Es wurde hier diejenige Rechnungsvorschrift befolgt, welche der Herr Geheime Rath *Bessel* für die geodätische Operation in Ostpreufsen ertheilt hat (Siehe Gradmessung in Ostpreufsen Seite 67.), und die im Wesentlichen folgende ist:

Es sei die Anzahl der Objekte	1,	2,	3, ... m
die wahren Einstellungen	p,	p',	p'' . . . . .
so sind die wahren Directionen	$p-p$,	$p'-p$,	$p''-p$ . . . . .
nennt man diese	0,	A,	B . . . . .
und die aus den Beobachtungen hervorgehenden Directionen	0,	a,	b . . . . .

so erhält man, wenn man den Unterschied zwischen den beobachteten und wahren Directionen mit x bezeichnet, die Gleichungen

$$0 = x, \quad a = A + x, \quad b = B + x \quad \ldots\ldots$$

Jede folgende Beobachtung derselben Objekte liefert andere Gleichungen.

Bei jeder andern Combination der Objekte erhält man auf ähnliche Weise:

$$0 = x', \quad \alpha = A + x', \quad \beta = B + x', \quad \gamma = C + x' \ldots.$$

Die aus den Beobachtungen hervorgehenden Systeme von Gleichungen sind also:

1.	$0 = x$;	$a = A + x$;	$b = B + x$ . . . . .
2.	$0 = x$	$a' = A + x$	$b' = B + x$ . . . . .
⋮	⋮	⋮	⋮
n			

1.	$0 = x'$;	$\alpha = A + x'$;	$\beta = B + x'$;	$\gamma = C + x'$ . . . . .
2.	$0 = x'$	$\alpha' = A + x'$	$\beta' = B + x'$	$\gamma' = C + x'$ . . . . .
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n'				

Sind einzelne Objekte nicht beobachtet worden, so fallen deren Gleichungen fort.

Digitized by Google

Bezeichnet man nun mit $2\,\Omega$ die Summe der Quadrate der Fehler, so ist:

$$2\Omega = x^2+(A+x-a)^2+(B+x-b)^2\ldots+x^2+(A+x-a')^2+(B+x-b')^2\ldots$$
$$+x'^2+(A+x'-\alpha)^2+(B+x'-\beta)^2\ldots+x'^2+(A+x-\alpha')^2+(B+x-\beta')^2\ldots$$
$$\vdots$$

folglich

$$\frac{d\Omega}{dx}=0=mnx+n(A+B+\ldots)-(a+a'+\ldots+b+b'+\ldots) \qquad (1)$$

$$\frac{d\Omega}{dx'}=0=m'n'x'+n'(A+B+\ldots)-(\alpha+\alpha'+\ldots+\beta+\beta'+\ldots) \qquad (2)$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$\frac{d\Omega}{dA}=0=(n+n')A-(a+a'+\ldots+\alpha+\alpha'+\ldots)+nx+n'x'+\ldots \qquad (3)$$

$$\frac{d\Omega}{dB}=0=(n+n')B-(b+b'+\ldots+\beta+\beta'+\ldots)+nx+n'x'+\ldots \qquad (4)$$

$$\vdots$$

Setzt man nun die Werthe von nx, $n'x'$.... welche die Gleichungen (1) und (2) liefern, in die Gleichungen (3) und (4), so erhält man die Endgleichungen, deren Auflösung zu den wahrscheinlichsten Werthen von A, B... führt.

Digitized by Google

§. 8. Beobachtungen auf den Nivellements-Stationen und wahrscheinlichste Directionen.

Aufser den sichtbaren Dreieckspunkten sind nach verschiedenen Richtungen noch andere Objekte beobachtet worden, die aber nur auf einmaligen, oder doch wenigen Einstellungen beruhen, und Nebenrichtungen genannt werden. Bei diesen Nebenrichtungen sind die Beobachtungen nicht einzeln aufgeführt, sondern nur die mittleren Resultate angegeben; dasselbe gilt auch von denjenigen Stationen überhaupt, auf welchen die Beobachtungen zu wenig zahlreich waren, um nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen zu werden.

Station Berlin.

Sandsteinpfeiler auf der Plateforme der Sternwarte nordwestlich von dem runden Thurm. — 12zölliger Theodolit. — Beobachter: *Bertram.*

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
2	Kreuzberg, Station	0° 0′ 0″
2	Kreuzberg, Monument	0 21 29,25
2	Dreifaltigkeits-Kirche Th.	130 26 37,00
2	Böhmische - Th.	132 39 2,00
2	Gensd'armen - Th. französisch . .	154 17 29,80
2	Gensd'armen - Th. deutsch	154 59 53,40
1	Sophien - Th.	167 52 32.00
1	Marien - Th.	182 1 46,75
1	Nicolai - Th.	188 38 18,00
1	Parochial - Th.	197 18 12,00

Digitized by Google

Station Kreuzberg.

15zölliger Theodolit. — Beobachter: *Baeyer.*

Spandau.	A. Dreifaltigkeit	B. Sophien.	C. Dom.	D. Sternwarte.	E. Marien.	F. Nicolai.	G. Parochial.	H. Eiche.
—	—	—	—	—	0 0 0	—	—	35 58 11,75
—	—	—	—	—	0	—	—	12,75
—	—	—	—	—	0	—	—	12,75
—	—	—	—	—	0	—	—	15,25
—	—	—	—	—	0	—	—	13,25
—	—	—	—	—	0	—	—	14,00
—	—	—	—	—	0	—	—	13,50
—	—	—	—	—	0	—	—	15,25
—	—	—	—	—	0	3 6 2,25	7 31 45,75	—
0 0 0	—	—	—	88 34 11,75	89 38 37,75	92 44 41,00	—	—
0	—	—	—	—	35,75	39,25	97 30 22,50	—
0	71 43 30,00	81 5 27,00	85 12 30,75	—	—	—	—	—
0	36,50	28,75	33,75	—	38,75	39,25	24,50	—
—	0 0 0	9 21 51,00	13 28 59,75	—	17 55 2,00	—	—	—
—	0	50,00	56,25	—	1,25	21 1 2,50	25 46 48,75	—
—	0	—	—	16 50 37,25	1,75	—	—	—
—	0	—	—	40,00	1,00	—	—	—
—	0	—	—	37,75	2,25	—	—	—
—	0	53,25	—	39,25	—	—	—	—
—	—	—	0 0 0	3 21 39,50	—	—	12 17 52,75	—

Bedingungsgleichungen.

$$0 = +5{,}857\,A - 1{,}143\,B - 0{,}810\,C - 1{,}333\,D - 1{,}560\,E - 0{,}310\,F - 0{,}310\,G$$
$$0 = -1{,}143\,A + 3{,}857\,B - 0{,}810\,C - 0{,}333\,D - 0{,}560\,E - 0{,}310\,F - 0{,}310\,G$$
$$0 = -0{,}810\,A - 0{,}810\,B + 3{,}857\,C - 0{,}333\,D - 0{,}560\,E - 0{,}310\,F - 0{,}643\,G$$
$$0 = -1{,}333\,A - 0{,}333\,B - 0{,}333\,C + 4{,}083\,D - 1{,}250\,E - 0{,}250\,F - 0{,}333\,G$$
$$0 = -1{,}560\,A - 0{,}560\,B - 0{,}560\,C - 1{,}250\,D + 6{,}607\,E - 1{,}143\,F - 0{,}893\,G$$
$$0 = -0{,}310\,A - 0{,}310\,B - 0{,}310\,C - 0{,}250\,D - 1{,}143\,E + 3{,}857\,F - 0{,}893\,G$$
$$0 = -0{,}310\,A - 0{,}310\,B - 0{,}643\,C - 0{,}333\,D - 0{,}893\,E - 0{,}893\,F + 3{,}773\,G$$

Wahrscheinlichste Richtungen.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
4	Spandau, höchster Thurm	0° 0′ 0″	—
8	Dreifaltigkeits-Kirche (Berlin) Th. . .	71 43 34.15	—
5	Sophien - - Th. . .	81 5 26.74	—
5	Dom - - Th. . .	85 12 32.55	—
6	Sternwarte, Stand des Instr.	88 34 12.24	—
8	Marien-Kirche Th.	89 38 36.57	—
5	Nicolai - Th.	92 44 39.13	—
5	Parochial - Th.	97 30 23.67	—
8	Eiche, Signal (Station)	125 32 50.14	— 30.31

Digitized by Google

Nebenrichtungen.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
2	Charlottenburg Schlofsth.	0° 0′ 0″
3	Gensd'armen-Kirche Th. französische	71 19 40,8
3	Gensd'armen - Th. deutsche	72 33 43,0
2	Katholische - Kuppel	73 32 41,3
3	Königl. Schlofs Th.	79 58 5,4
3	Marien-Kirche Th.	82 29 37,7
2	Jerusalemer-Kirche Th.	84 34 27,0
2	Georgen - Th.	88 18 51,5
2	Kloster - Th.	88 53 11,0
2	Waisen - Th.	93 44 33,4

Station Eiche.

12zölliger Theodolit. — Beobachter: *Bertram.*

Kreuzberg Monument.	*A.* Marienthurm.	*B.* Blumberg.	*C.* Löhme.
0 0 0	10 55 19,50	—	155 9 46,50
0	30,00	144 58 29,25	48,00
0	28,50	—	—
0	28,50	—	—
0	22,50	27,75	—
—	0 0 0	134 3 7,16	144 14 27,15
—	—	0 0 0	10 11 15,75
—	—	0	16,50

Bedingungsgleichungen.

$$0 = +3{,}750\,A - 0{,}917\,B - 0{,}917\,C$$
$$0 = -0{,}917\,A + 3{,}083\,B - 1{,}583\,C$$
$$0 = -0{,}917\,A - 1{,}583\,B + 3{,}083\,C$$

Wahrscheinlichste Richtungen.

Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
Kreuzberg, Monument	0° 0′ 0″	
Berlin, Marienth.	10 55 25,34	
Blumenberg, Th.	144 58 29,95	
Löhme, Sigl. Station	155 9 48,06	— 13,15″
Kreuzberg, Station	359 58 12,74	

Digitized by Google

Nebenrichtungen.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
1	Berlin Marienth.	0° 0′ 0″
1	Buch Th.	75 51 58,7
1	Ahrensfelde Th.	99 28 1,5
1	Strausberg Th.	190 15 17,4
1	Alt-Landsberg Th.	190 50 20,4
1	Lichtenberg Th	349 9 51.0

Station Löhme.

15zölliger Theodolit. — Beobachter: *Baeyer.*

Semmelberg.	*A.* Werneuchen.	*B.* Strausberg	*C.* Landsberg.	*D.* Eiche.	*E.* Marienthurm.
0 0 0	—	57 33 42,75	—	—	—
0	—	44,00	—	—	—
0	—	—	—	—	175 32 33,75
0	—	—	—	—	33,50
0	—	—	—	—	34,00
0	—	—	—	—	31,50
0	—	—	101 0 59,00	—	—
0	—	—	61,50	—	—
0	47 14 5,50	—	—	—	—
0	4,75	—	—	—	—
—	0 0 0	10 19 36,50	53 46 51,75	—	128 18 26,00
—	0	36,75	53,25	—	26,75
—	0	34,25	55,50	109 51 11,50	29,50
—	0	37,50	56,50	12,50	30,50
—	—	0 0 0	43 27 13,50	—	117 58 48,25
—	—	—	—	0 0 0	18 27 18,25
—	—	—	—	0	18,25
—	—	—	—	0	17,75
—	—	—	—	0	16,25
—	—	—	—	0	20,00
—	—	—	—	0	17,75
—	—	—	—	0	17,75
—	—	—	—	0	18,25

Bedingungsgleichungen.

$$0 = +4{,}100\,A - 0{,}900\,B - 0{,}900\,C - 0{,}400\,D - 0{,}900\,E$$
$$0 = -0{,}900\,A + 4{,}767\,B - 1{,}233\,C - 0{,}400\,D - 1{,}233\,E$$
$$0 = -0{,}900\,A - 1{,}233\,B + 4{,}767\,C - 0{,}400\,D - 1{,}233\,E$$
$$0 = -0{,}400\,A - 0{,}400\,B - 0{,}400\,C + 5{,}600\,D - 4{,}400\,E$$
$$0 = -0{,}900\,A - 1{,}233\,B - 1{,}233\,C - 4{,}400\,D + 9{,}767\,E$$

Wahr-

Digitized by Google

Wahrscheinlichste Richtungen.

Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
Semmelberg, Station	0° 0′ 0″	+ 1,67
Werneuchen Th.	47 14 5,50	
Strausberg Th.	57 33 42,58	
Landsberg Th.	101 0 59,65	
Eiche, Station	157 5 16,02	+24,12
Berlin, Marienth.	175 32 33,70	
Bernau, stumpf. Th. 12fach (8zöllig. Theod.)	244 37 28,06	

Nebenrichtungen.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
2	Semmelberg, Station	0° 0′ 0″
1	Leuenberg Th.	3 35 37
2	Wesow Th.	8 24 34
2	Blumberg Th.	162 17 46,9
1	Bayersdorf Th.	349 17 43

Station Semmelberg.

12zölliger Theodolit. — Beobachter: *Bertram.*

Leuenberg.	*A.* Werneuchen.	*B.* Blumberg.	*C.* Marienthurm.	*D.* Löhme.	*E.* Bernau.	*F.* Pimpenellenberg.
0 0 0	—	—	—	—	—	142 20 50.63
0	—	—	—	—	—	53.25
0	—	—	—	—	—	51.00
0	0 56 31,14	5 21 30,63	5 52 54,15	—	—	—
0	—	29,13	54,15	—	23 48 9,77	—
0	—	—	51,15	—	—	—
0	—	27,75	—	8 9 21,00	4,50	—
0	—	—	49,50	19,50	—	—
0	31,50	27,75	—	15,89	—	—
—	—	—	—	—	0 0 0	118 32 49.88

Bedingungsgleichungen.

$$0 = +1{,}500\,A - 0{,}5\,B - 0{,}250\,C - 0{,}250\,D \quad 0 \quad 0$$
$$0 = -0{,}500\,A + 3{,}0\,B - 0{,}500\,C - 0{,}500\,D - 0{,}50\,E \quad 0$$
$$0 = -0{,}250\,A - 0{,}5\,B + 2{,}667\,C - 0{,}333\,D - 0{,}25\,E \quad 0$$
$$0 = -0{,}250\,A - 0{,}5\,B - 0{,}333\,C + 2{,}167\,D - 0{,}25\,E \quad 0$$
$$0 = \quad 0 \quad - 0{,}5\,B - 0{,}250\,C - 0{,}250\,D + 2{,}00\,E - 0{,}5\,F$$
$$0 = \quad 0 \quad \quad 0 \quad \quad 0 \quad \quad 0 \quad - 0{,}50\,E + 2{,}0\,F$$

Digitized by Google

Wahrscheinlichste Richtungen.

Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
Leuenberg Th.	0° 0′ 0″	
Werneuchen Th.	0 56 31,16	
Blumberg Th.	5 21 28,93	
Berlin, Marienth.	5 52 51,68	
Löhme, Station	8 9 19,29	+ 14″,61
Bernau, stumpf. Th.	23 48 5,43	
Pimpenellenberg, Station	142 20 52,50	+ 2,09

Hiezu kommen noch folgende Beobachtungen mit dem 8zölligen Theodoliten.

Anzahl der Beobachtungen.	Werneuchen.	Bernau.	Britz.	Pimpenellenberg.
8	0 0 0	22 51 32,55		
10		0 0 0	67 19 30,82	
10			0 0 0	51 13 14,50

Werden diese mit den obigen Richtungen unter Voraussetzung gleicher Gewichte verbunden, so erhält man für die wahrscheinlichsten Richtungen:

Objekte.	Richtungen.
Werneuchen Th.	0° 0′ 0″
Berlin, Marienth.	4 56 20,52
Löhme, Station	7 13 2,74
Bernau, stumpfer Th.	22 51 34,08
Britz, Signal	90 11 6,25
Pimpenellenberg, Station . . .	141 24 22,09

Digitized by Google

Station Pimpenellenberg.

15zölliger Theodolit. — Beobachter: *Baeyer.*

Angermünde.	*A.* Koboldsberg.	*B.* Grüneberg.	*C.* Zellin.	*D.* Wrietzen.	*E.* Semmelberg.
0 0 0	55 55 22,75	—	—	—	—
0	15,75	—	—	—	—
0	13,75	—	—	—	—
0	—	95 35 22,75	—	156 46 37,25	—
0	—	20,50	—	30,75	—
0	16,00	—	123 5 46,25	—	—
0	15,50	—	46,00	—	—
0	—	20,75	46,75	35,00	—
0	—	19,00	48,75	35,50	—
0	—	20,50	—	—	—
0	—	—	—	—	196 15 45,00
0	—	—	—	—	44,50
0	—	—	—	—	48,50
0	—	—	—	—	47,75
—	0 0 0	39 40 3,75	—	—	—
—	0	2,75	—	—	—
—	0	—	—	100 51 14,75	—
—	0	—	—	16,50	—
—	0	—	—	18,25	—
—	—	0 0 0	27 30 25,25	—	—
—	—	0	—	—	100 40 22,50
—	—	0	—	—	24,25
—	—	0	—	61 11 16,75	—
—	—	0	—	16,00	—
—	—	0	27,75	16,25	—
—	—	0	28,25	12,50	—
—	—	0	29,25	15,25	—
—	—	0	26,25	15,50	27,50
—	—	0	25,00	12,50	22,50
—	—	—	0 0 0	33 40 50,25	73 10 3,25

Bedingungsgleichungen.

$$0 = +5{,}333\,A - 1{,}000\,B - 0{,}667\,C - 1{,}500\,D \quad 0$$
$$0 = -1{,}000\,A + 10{,}333\,B - 2{,}500\,C - 3{,}667\,D - 1{,}500\,E$$
$$0 = -0{,}667\,A - 2{,}500\,B + 7{,}500\,C - 2{,}333\,D - 0{,}833\,E$$
$$0 = -1{,}500\,A - 3{,}667\,B - 2{,}333\,C + 9{,}500\,D - 0{,}833\,E$$
$$0 = 0 \quad - 1{,}500\,B - 0{,}833\,C - 0{,}833\,D + 5{,}167\,E$$

Digitized by Google

Wahrscheinlichste Richtungen.

Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
Angermünde Th.	0° 0′ 0″	
Koboldsberg bei Raduhn, Station . .	55 55 17,28	+ 12″,41
Grüneberg Th.	95 35 20,45	
Zellin Th.	123 5 47,05	
Wrietzen Th.	156 46 34.65	
Semmelberg, Station	196 15 46.09	

Nebenrichtungen.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
4	Grünberg Th.	0° 0′ 0″
4	Oderberg Th.	3 52 31.5
4	Stand *A* an der Oder	8 40 20.5
2	Signal Tornow, (8zölliger Theodolit)	57 13 35.25
2	Hohen-Finow Th.	130 17 26.0

Zur Bestimmung des Pegels bei *Oderberg* wurden auf dem rechten Oderufer, der Stadt gegenüber, die folgenden beiden Standpunkte *A* und *B* gewählt, die später durch ein Signal bei der Windmühle von *Neu-Tornow* mit den Dreiecken der Odervermessung in Verbindung gebracht wurden.

Standpunkt A an der Oder.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
2	Pimpenellenberg, Station . . .	0° 0′ 0″
2	Pegel	12 9 24
2	Oderberg Th.	20 40 47
2	Stand *B* an der Oder	345 42 29

Standpunkt B an der Oder.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
2	Oderberg Th.	0° 0′ 0″
2	Stand *A* an der Oder	14 7 39
2	Pegel	264 57 24
2	Pimpenellenberg, Station . . .	310 8 54

Digitized by Google

Standpunkt, Signal bei Neu-Tornow.

8zölliger Theodolit.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
2	Freienwalde, Belvedere	0° 0′ 0″
2	Pimpenellenberg, Station . . .	118 45 32,5
2	Oderberg Th.	135 11 41,25

Station Koboldsberg bei Raduhn.

12zölliger Theodolit. — Beobachter: *Bertram.*

Pimpenellenb.	*A.* Angermünde	*B.* Blumberg.	*C.* Barnimslow.	*D.* Garz Th.	*E.* Garz Stat.	*F.* Stettin	*G.* Liebenow.
0 0 0	46 37 57,02	106 37 67,69	—	142 53 39,17	—	—	—
0	59,72	55,69	—	24,17	—	—	—
0	55,50	54,00	—	20,25	—	—	—
0	66,75	—	—	—	—	—	—
0	—	—	—	—	—	—	180 56 39,00
0	—	—	—	—	—	—	44,00
—	0 0 0	—	—	96 15 33,00	—	—	—
—	0	—	—	—	96 53 49,50	—	—
—	0	60 0 10,79	—	—	—	—	—
—	0	7,50	90 38 22,50	25,25	—	100 23 8,75	—
—	0	8,50	—	—	—	—	134 18 34,75
—	—	0 0 0	—	36 15 25,51	36 53 31,43	40 23 12,81	—
—	—	0	30 38 21,75	—	38,25	—	—
—	—	0	—	—	35,50	—	—
—	—	—	—	0 0 0	0 38 10,63	—	—
—	—	—	—	—	0 0 0	3 29 40,50	—
—	—	—	—	—	0	—	37 24 56,25

Bedingungsgleichungen.

$0 = +5{,}717\,A - 1{,}783\,B - 0{,}200\,C - 1{,}450\,D - 0{,}500\,E - 0{,}200\,F - 0{,}333\,G$

$0 = -1{,}783\,A + 6{,}133\,B - 0{,}533\,C - 1{,}200\,D - 1{,}083\,E - 0{,}450\,F - 0{,}333\,G$

$0 = -0{,}200\,A - 0{,}533\,B + 1{,}467\,C - 0{,}200\,D - 0{,}333\,E - 0{,}200\,F \quad 0$

$0 = -1{,}450\,A - 1{,}200\,B - 0{,}200\,C + 4{,}800\,D - 0{,}750\,E - 0{,}450\,F \quad 0$

$0 = -1{,}500\,A - 1{,}083\,B - 0{,}333\,C - 0{,}750\,D + 3{,}917\,E - 0{,}750\,F - 0{,}500\,G$

$0 = -0{,}200\,A - 0{,}450\,B - 0{,}200\,C - 0{,}450\,D - 0{,}750\,E + 2{,}050\,F \quad 0$

$0 = -0{,}333\,A - 0{,}333\,B \quad 0 \quad 0 \quad - 0{,}500\,E \quad 0 \quad + 2{,}167\,G$

Digitized by Google

Wahrscheinlichste Richtungen.

Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
Pimpenellenberg, Station . . .	0° 0′ 0″	+ 19,35
Angermünde Th.	46 37 59,42	
Blumberg Th.	106 38 4,87	
Barnimslow, Windmühle . . .	137 16 24,94	
Garz Th.	142 53 30,09	
Garz, Station	143 31 40,41	— 14,06
Stettin, Jacobithurm	147 1 15,85	
Liebenow Th.	180 56 37,66	

Nebenrichtungen.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
1	Garz Th.	0° 0′ 0″
1	Hohen-Krähnig Th.	15 54 48
1	Hanseberg Th.	92 30 24

Station Garz.

15zölliger Theodolit. — Beobachter: *Baeyer.*

Klütz Stat.	*A.* Klütz Th.	*B.* Koboldsberg.	*C.* Garz Th.	*D.* Blumberg.
0 0 0	—	—	167 43 53,50	225 22 11,75
0	—	—	53,00	11,50
0	—	—	51,50	—
0	—	—	55,25	—
0	—	—	57,50	—
0	—	—	53,50	—
0	—	—	—	14,00
0	0 14 16,50	—	—	—
0	20,25	—	—	—
0	20,25	—	—	11.25
0	19,75	—	—	12.00
0	20,00	—	—	15,25
0	19,00	—	53,75	15,75
—	0 0 0	—	167 29 31,50	225 7 51,25
—	0	158 10 21,00	—	52.75
—	—	0 0 0	9 19 11,75	66 57 34,50
—	—	0	—	30,75
—	—	0	—	33,50
—	—	0	—	33,25
—	—	0	—	33,50
—	—	0	—	33,00
—	—	0	—	34,00
—	—	0	—	35,00
—	—	0	—	33,00
—	—	—	0 0 0	57 38 19,00
—	—	—	0	19,50
—	—	—	0	26,50

Digitized by Google

Bedingungsgleichungen.

$$0 = +5{,}083\,A - 0{,}333\,B - 0{,}583\,C - 1{,}917\,D$$
$$0 = -0{,}333\,A + 5{,}333\,B - 0{,}333\,C - 4{,}667\,D$$
$$0 = -0{,}583\,A - 0{,}333\,B + 6{,}917\,C - 3{,}083\,D$$
$$0 = -1{,}917\,A - 4{,}667\,B - 3{,}083\,C + 12{,}083\,D$$

Wahrscheinlichste Richtungen.

Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
Klütz, Station auf dem Hasselberge	0° 0′ 0″	+ 16″,90
Klütz Th.	0 14 19.80	
Koboldsberg, Station	158 24 40,39	+ 14,96
Garz Th.	167 43 53,23	
Blumberg Th.	225 22 13.51	

Station Klütz (Hasselberg).

12zölliger Theodolit. — Beobachter: *Bertram.*

Greifenhagen.	*A.* Garz Th.	*B.* Garz Stat.	*C.* Blumberg.	*D.* Barnimslow	*E.* Stettin.	*F.* Stolzenh. Th.	*G.* Stolzenh. St.	*H.* Golinow.
0 0 0	11 11 58,50	—	—	—	151 10 5,25	162 1 8,25	—	188 56 61,75
0	49,12	—	34 54 4,87	75 41 22,17	0,17	4,12	—	58,87
0	49,13	12 19 23,13	7,88	32,63	5,63	3,38	—	58,88
0	—	23,25	—	—	—	—	—	—
0	—	27,00	—	—	—	—	—	—
0	—	26,25	—	—	—	—	—	—
0	—	26,50	—	—	—	—	—	—
0	—	23,25	—	—	—	—	—	—
—	—	0 0 0	—	—	—	119 41 36,75	—	—
—	—	—	—	—	0 0 0	—	11 17 30,00	37 47 1,50
—	—	—	—	—	0	—	24,25	—
—	—	—	—	—	—	0 0 0	0 26 27,75	—
—	—	—	—	—	—	0	26,50	—
—	—	—	—	—	—	0	27,75	—
—	—	—	—	—	—	0	29,75	—
—	—	—	—	—	—	0	31,50	—
—	—	—	—	—	—	0	27,75	—
—	—	—	—	—	—	0	30,00	—
—	—	—	—	—	—	0	34,25	—

Bedingungsgleichungen.

$$0 = +2{,}532\,A - 0{,}125\,B - 0{,}268\,C - 0{,}268\,D - 0{,}468\,E - 0{,}468\,F + 0 - 0{,}468\,H$$
$$0 = -0{,}125\,A + 3{,}875\,B - 0{,}125\,C - 0{,}125\,D - 0{,}125\,E - 0{,}625\,F + 0 - 0{,}125\,H$$
$$0 = -0{,}268\,A - 0{,}125\,B + 1{,}732\,C - 0{,}268\,D - 0{,}268\,E - 0{,}268\,F + 0 - 0{,}268\,H$$
$$0 = -0{,}268\,A - 0{,}125\,B - 0{,}268\,C + 1{,}732\,D - 0{,}268\,E - 0{,}268\,F + 0 - 0{,}268\,H$$
$$0 = -0{,}468\,A - 0{,}125\,B - 0{,}268\,C - 0{,}268\,D + 3{,}699\,E - 0{,}468\,F - 0{,}833\,G - 0{,}801\,H$$
$$0 = -0{,}468\,A - 0{,}625\,B - 0{,}268\,C - 0{,}268\,D - 0{,}468\,E + 7{,}032\,F - 4{,}000\,G - 0{,}468\,H$$
$$0 = 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 - 0{,}833\,E - 4{,}000\,F + 5{,}167\,G - 0{,}333\,H$$
$$0 = -0{,}468\,A - 0{,}125\,B - 0{,}268\,C - 0{,}268\,D - 0{,}801\,E - 0{,}468\,F - 0{,}333\,G + 3{,}199\,H$$

Digitized by Google

Wahrscheinlichste Richtungen.

Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
Greifenhagen Th.	0° 0′ 0″	
Garz Th.	11 11 52,39	
Garz, Station	12 19 25,09	+30,″42
Blumberg Th.	34 54 7,97	
Barnimslow, Windmühle . . .	75 44 28,99	
Stettin, Jacobithurm	151 10 4,01	
Stolzenhagen Th	162 1 4,14	
Stolzenhagen, Station	162 27 32,63	— 15,65
Gollnow Th.	188 57 1,50	

Nebenrichtungen.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
1	Garz, Station	0° 0′ 0″
1	Klütz Th.	196 25 54,7

Station Stolzenhagen.

15zölliger Theodolit. — Beobachter: *Baeyer.*

Harzberg bei Ziegenort.	*A.* Wollin.	*B.* Gr. Stepnitz.	*C.* Gollnow.	*D.* Stargard.	*E.* Klütz St.	*F.* Stolzenhag. Th.
0 0 0	23 49 17,00	—	—	—	—	—
0	17,25	—	—	—	—	—
0	16,00	—	—	—	—	—
0	19,25	—	—	—	—	—
0	17,75	—	—	—	—	—
0	21,75	26 48 37,00	—	—	—	—
0	—	35,75	—	—	—	—
0	—	35,00	—	—	—	—
0	—	—	88 28 9,00	—	—	—
0	—	—	6,50	—	—	—
0	—	—	—	144 54 50,25	—	—
0	—	—	—	—	—	217 46 46,75
0	—	—	—	—	—	45,75
—	0 0 0	2 50 16,25	64 38 49,75	121 5 43,00	—	193 57 30,75
—	0	17,75	49,75	44,75	—	31,25
—	0	19,75	51,00	43,25	—	33,00
—	0	21,75	52,00	45,75	—	33,25
—	0	18,00	51,25	43,00	—	27,00
—	0	17,00	50,25	42,25	—	23,00
—	—	0 0 0	61 39 35,25	118 6 28,00	—	—
—	—	0	34,50	27,50	—	—
—	—	0	37,50	—	—	—
—	—	0	—	—	—	190 56 11,25
—	—	0	32,00	28,75	184 48 24,80	10,00
—	—	0	34,00	26,75	26,90	9,50
—	—	—	0 0 0	86 26 34,25	123 6 51,75	—
—	—	—	0	35,75	54,25	—
—	—	—	0	50,25	50,80	—
—	—	—	0	60,25	52,80	—
—	—	—	0	32,75	—	—
—	—	—	0	—	56,05	—
—	—	—	—	0 0 0	66 12 1,05	72 51 48,75
—	—	—	—	0	3,05	—
—	—	—	—	0	1,50	—
—	—	—	—	0	—1,00	—

Be-

Digitized by Google

Bedingungsgleichungen.

$$0 = +7{,}967A - 1{,}533B - 1{,}200C - 1{,}200D + 0 - 1{,}200F$$
$$0 = -1{,}533A + 10{,}400B - 2{,}767C - 2{,}267D - 0{,}400E - 2{,}100F$$
$$0 = -1{,}200A - 2{,}767B + 12{,}900C - 4{,}100D - 2{,}233E - 1{,}600F$$
$$0 = -1{,}200A - 2{,}267B - 4{,}100C + 13{,}567D - 3{,}567E - 1{,}933F$$
$$0 = 0 - 0{,}400B - 2{,}233C - 3{,}567D + 6{,}933E - 0{,}733F$$
$$0 = -1{,}200A - 2{,}100B - 1{,}600C - 1{,}933D - 0{,}733E + 8{,}567F$$

Wahrscheinlichste Richtungen.

Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
Ziegenort, Station auf dem Harzberge	0° 0′ 0″	+ 96,″40
Wollin, höchster Th. Georgenkirche	23 49 17,30	
Gr. Stepnitz Th.	26 48 34,96	
Gollnow Th.	88 28 8,46	
Stargard, Marienthurm	144 55 1,20	
Klütz, Station auf dem Hasselberge	211 37 1,51	+ 8,62
Stolzenhagen Th.	217 46 46,51	

Nebenrichtungen.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
3	Wollin Th., Georgenkirche .	0° 0′ 0″
3	Kl. Stepnitz Th.	1 23 40,5
3	Stand am Engen-Oderkruge .	3 5 0.95
1	Stolzenhagen, Windmühle . .	7 48 48,0
2	Kamelsberg, Windmühle . . .	44 47 17,7
1	Frauendorf Th.	191 9 20,0
3	Neuendorf Th.	280 13 29,43
1	Königsfelde Th.	336 16 21,0
2	Jasenitz Th.	336 16 23,4
1	Ziegenort Th.	340 11 11,3
2	Schollwin Th.	344 6 38,2

Standpunkt am Engen-Oderkruge.

12zölliger Theodolit. — Beobachter: *Bertram.*

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
2	Stolzenhagen, Station	0° 0′ 0″
2	Schollwin Th.	12 23 37
2	Poelitz Th.	103 14 40
2	Langenberg Th.	213 56 6
2	Pegel	232 10 25

Digitized by Google

Station Ziegenort (Harzberg).

12zölliger Theodolit. — Beobachter: *Bertram.*

Gollenberg.	*A.* Wollin.	*B.* Gr. Stepnitz.	*C.* Gollnow.	*D.* Stolzenhagen St.	*E.* Stolzenhagen Th.
0 0 0	58 46 38,00	—	—	—	—
0	38,50	—	—	—	—
0	43,00	—	—	—	—
0	46,00	—	—	—	—
0	45,50	—	—	—	—
0	38,00	—	—	—	—
0	31,00	—	—	—	—
0	39,75	—	—	—	—
0	35,93	133 48 44,10	153 3 14,85	—	—
—	0 0 0	75 1 69,00	94 16 33,40	—	—
—	0	54,75	21,00	135 14 48,00	137 22 2,25
—	0	66,00	—	—	—
—	0	—	30,00	—	—
—	0	—	29,00	—	—
—	0	—	31,40	54,75	—
—	0	—	—	46,28	—
—	—	—	0 0 0	40 58 24,00	—

Bedingungsgleichungen.

$$0 = +8{,}883\,A - 1{,}283\,B - 2{,}117\,C - 1{,}033\,D - 0{,}2\,E$$
$$0 = -1{,}283\,A + 2{,}717\,B - 0{,}783\,C - 0{,}200\,D - 0{,}2\,E$$
$$0 = -2{,}117\,A - 0{,}783\,B + 4{,}383\,C - 1{,}033\,D - 0{,}2\,E$$
$$0 = -1{,}033\,A - 0{,}200\,B - 1{,}033\,C + 2{,}467\,D - 0{,}2\,E$$
$$0 = -0{,}200\,A - 0{,}200\,B - 0{,}200\,C - 0{,}200\,D + 0{,}8\,E$$

Wahrscheinlichste Richtungen.

Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
Gollenberg, Station	0° 0′ 0″	+ 8,″29
Wollin, Georgenkirche Th. .	58 46 40,01	
Gr. Stepnitz Th.	133 48 43,88	
Gollnow Th.	153 3 10,19	
Stolzenhagen, Station	194 1 32,52	— 30,66
Stolzenhagen Th.	196 8 47,96	

Digitized by Google

Nebenrichtungen.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
4	Wollin, Georgenkirche Th. .	0° 0′ 0″
2	Gr. Ziegenort Th.	81 41 51
4	Massow Th.	94 2 55,6
1	Stolzenhagen, Windmühle . .	135 9 54,0
1	Neuendorf Th.	143 29 7.4

Station Gollenberg.

15zölliger Theodolit. — Beobachter: *Baeyer.*

Station Swinemünde.	*A.* Möwenhaken.	*B.* Wollin.	*C.* Gr. Stepnitz.	*D.* Ziegenort St.	*E.* Hausecke.
0 0 0	16 0 30,50	46 58 47,75	80 6 24,25	—	—
0	28,50	50.00	24,50	—	—
0	29,00	48,50	24.50	—	358 8 45,13
0	31,25	52,75	—	—	48.75
0	30,50	49.25	—	—	47,75
0	30,50	47,00	—	—	47.00
0	33,25	—	—	—	49.25
0	36,25	—	—	—	47.25
0	30,25	—	—	—	—
0	33,00	48,75	—	—	—
0	—	45,63	—	—	45,13
—	0 0 0	30 58 16,50	64 5 51,50	—	—
—	0	20,50	—	—	342 8 18.00
—	—	0 0 0	—	42 38 53,75	—
—	—	0	—	52,75	—
—	—	0	—	51.50	—
—	—	0	—	51,25	—
—	—	0	—	50,75	—
—	—	0	—	53.27	—
—	—	0	—	56,75	—
—	—	0	—	54.50	—
—	—	0	—	50,75	—
—	—	0	—	54,25	—
—	—	0	—	51,25	—
—	—	0	—	52,50	—
—	—	0	—	51,27	—
—	—	0	33 7 34,25	48,00	—
—	—	0	40,75	56,52	—
—	—	0	37,25	55.50	—
—	—	0	35,25	55,00	—
—	—	0	34,50	51,25	—
—	—	0	33,00	—	—
—	—	0	40,50	—	—
—	—	0	39.75	—	—
—	—	—	0 0 0	9 31 15,27	—
—	—	—	0	16,75	—

Digitized by Google

Bedingungsgleichungen.

$$0 = +8{,}383\,A - 2{,}450\,B - 1{,}033\,C \quad 0 \quad - 1{,}950\,E$$
$$0 = -2{,}450\,A + 18{,}550\,B - 4{,}200\,C - 8{,}167\,D - 1{,}617\,E$$
$$0 = -1{,}033\,A - 4{,}200\,B + 8{,}800\,C - 2{,}667\,D - 0{,}200\,E$$
$$0 = \quad 0 \quad - 8{,}167\,B - 2{,}667\,C + 10{,}833\,D \quad 0$$
$$0 = -1{,}950\,A - 1{,}617\,B - 0{,}200\,C \quad 0 \quad + 5{,}717\,E$$

Wahrscheinlichste Richtungen.

Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
Swinemünde, Station	0° 0′ 0″	— 4′ 27″,30
Möwenhaken, Windmühle	16 0 31,11	
Wollin, Georgenkirche Th.	46 58 48,97	
Gr. Stepnitz Th.	80 6 25,36	
Ziegenort, Station	89 37 41,79	— 49.49
Hausecke, Swinemünde, Königsstrafsenecke .	358 8 47,08	

Nebenrichtungen.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
5	Wollin, Georgenkirche Th. .	0° 0′ 0″
2	Caseburg Th.	14 44 7,50
5	Ziegenort Th.	40 51 52,70
1	Neuendorf Th.	50 37 32,00
4	Neu-Warp Th.	65 26 12,19
2	Alt-Warp, Windmühle . . .	67 37 44,62
1	Leuchtthurm	302 15 15,5
3	Lootsenthurm	312 20 31,0
4	Lebinerberg, Sigl.	356 30 18,25

Anmerkung. Die Windmühle Möwenhaken ist seit dem Jahr 1824 zweimal abgebrannt, und nur in der Nähe der alten Stelle wieder aufgebaut worden; ihr gegenwärtiger Stand ist daher verschieden von dem zur Zeit der Asmann'schen Vermessung.

Digitized by Google

Station Swinemünde.

12zölliger Theodolit. — Beobachter: *Bertram.*

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.	Reduction auf das Centrum.
3	Möwenhaken, Windmühle . .	0° 0′ 0″	
3	Gollenberg, Station	62 51 30,0	+ 45,″68
1	Hausecke in Swinemünde . .	105 6 0	
1	Pegel	77 4 20	

Standpunkt, Lebinerberg Signal.

8zölliger Theodolit. — Beobachter: *v. Mörner,* 1836.

Anzahl der Beobachtungen.	Objekte.	Richtungen.
4	Pfahl auf dem Gollenberge . .	0° 0′ 0″
4	Möwenhaken, Windmühle . .	7 45 31.5
4	Gr. Stepnitz Th.	235 59 42,0
4	Stolzenhagen Th.	248 28 13,5

Anmerkung. Das Signal auf dem Lebinerberge ist auf der Stelle des alten Asmann'schen Signals erbaut worden, das Centrum desselben war jedoch nicht mehr mit Sicherheit aufzufinden, und blieb um 1 bis 1½ Fuss unsicher.

Digitized by Google

Ausgleichung des Dreiecksnetzes.

§. 9. Rechnungsvorschrift.

Der Herr Geheime Rath *Bessel* hat für die wahrscheinlichste Berechnung der geodätischen Operationen (Gradmessung in Ostpreufsen, Seite 132.) folgende Rechnungsvorschriften ertheilt:

Werden die, den beobachteten Winkeln hinzuzufügenden Verbesserungen durch:

$$v,\quad v',\quad v'' \ldots\ldots \text{ bis } v^{(\varkappa-1)} \text{ bezeichnet}$$

und nennt man die diesen Winkeln zukommenden Gewichte:

$$p,\quad p',\quad p'' \ldots\ldots \text{ bis } p^{(\varkappa-1)}$$

so mufs immer die Function:

$$\Omega = \tfrac{1}{2}\,|\,vvp + v'v'p' + v''v''p'' + \ldots\ldots\,|\,\ldots\ldots \quad (1)$$

ein Minimum werden.

Sind nun die Bedingungen welche durch die Beobachtungen erfüllt werden müssen, durch folgende Gleichungen ausgedrückt

$$\left.\begin{aligned} 0 &= \mathfrak{A} + av + a'v' + a''v'' + \ldots\ldots \\ 0 &= \mathfrak{B} + bv + b'v' + b''v'' + \ldots\ldots \\ 0 &= \mathfrak{C} + cv + c'v' + c''v'' + \ldots\ldots \\ &\text{u. s. w.} \end{aligned}\right\} \ldots\ldots (2)$$

wo $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$.... Zahlen sind, welche aus den Beobachtungen hervorgehen und $= 0$ sein würden, wenn diese absolut genau wären: so kömmt es zunächst darauf an, diejenigen Bedingungen aufzusuchen, welche bei der stattfindenden Abhängigkeit der verschiedenen Veränderlichen, Ω zu einem Minimum machen. Sie bestehen darin, dafs das Differential von Ω, nachdem man so viele der darin vorkommenden dv, dv', dv''.... als sich durch die Gleichungen (2) eliminiren lassen, eliminirt hat, auch die übrigen nicht mehr enthalte; oder dafs die Factoren, in welche sie multiplicirt sind, für sich verschwinden. Dieses kann auf eine elegante und hier besonders zweckmäfsige Art geleistet werden. Man hat nämlich:

$d\Omega = pvdv + p'v'dv' + p''v''dv'' + \ldots$. und durch die Gleichungen (2) zwischen dv, dv', dv''.... die Relationen

Digitized by Google

$$\begin{aligned} 0 &= a\,dv + a'\,dv' + a''\,dv'' + \ldots \\ 0 &= b\,dv + b'\,dv' + b''\,dv'' + \ldots \\ 0 &= c\,dv + c'\,dv' + c''\,dv'' + \ldots \\ &\vdots \end{aligned}$$

multiplicirt man diese letzteren mit Faktoren $x, y, z \ldots$ und fügt die Produkte zu $d\Omega$ hinzu, so ist die Summe

$$\begin{aligned} = &\{ vp + ax + by + cz + \ldots \} dv \\ + &\{ v'p' + a'x + b'y + c'z + \ldots \} dv' \\ + &\{ v''p'' + a''x + b''y + c''z + \ldots \} dv'' \\ + &\text{ etc.:} \end{aligned}$$

wegen des Minimums $= 0$ und wegen der obigen Bedingung unabhängig von allen dv, dv', $dv'' \ldots$. Man erhält also:

$$\left.\begin{aligned} 0 &= pv + ax + by + cz + \ldots \\ 0 &= p'v' + a'x + b'y + c'z + \ldots \\ 0 &= p''v'' + a''x + b''y + c''z + \ldots \end{aligned}\right\} \ldots\ (3)$$

u. s. w.

Werden die hieraus hervorgehenden Ausdrücke von $v, v', v'' \ldots$ in die Gleichungen (2) gesetzt, so ergeben sich Gleichungen für die Faktoren $x, y, z \ldots$ welche dem Minimum und den zu erfüllenden Bedingungen (2) zugleich entsprechen. Man erhält auf diese Art:

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{A} &= (aa)x + (ab)y + (ac)z + \ldots \\ \mathfrak{B} &= (ab)x + (bb)y + (bc)z + \ldots \\ \mathfrak{C} &= (ac)x + (bc)y + (cc)z + \ldots \\ &\vdots \end{aligned}\right\} \ldots\ (4)$$

Hat man also aus den Gleichungen (4) die Werthe $x, y, z \ldots$ gefunden, so erhält man aus den Gleichungen (3) die gesuchten, den Beobachtungen hinzuzufügenden Verbesserungen $v, v', v'' \ldots$

Digitized by Google

§. 10. Hypothese über den relativen Werth der mit verschiedenen Instrumenten gemessenen Winkel in dem Dreiecksnetze.

Die Odervermessung ist mit einem 8zölligen Theodoliten ausgeführt worden, dessen Nonien eine unmittelbare Ablesung von 10″ gestatteten. Die Winkel sind sämmtlich aus zwölffachen Repetitionen hergeleitet, und die Fehlersummen der 3 Winkel der Dreiecke betragen im Durchschnitt 8 bis 10″ und steigen einigemal sogar bis zu 20″.

Die Dreiecke des Generalstabes zwischen *Berlin* und *Oderberg* sind mit 8zölligen *Reichenbach*'schen Theodoliten 10- bis 15fach gemessen, und die Fehlersummen der 3 Winkel der Dreiecke bleiben stets unter 5″. Die Winkel auf den Nivellements-Stationen sind wie aus §. 4. hervorgeht, theils mit einem 15zölligen, theils mit einem 12zölligen Theodoliten beobachtet.

Bei der ganzen Dreieckskette zwischen *Berlin* und *Swinemünde* sind also vier verschiedene Instrumente in Anwendung gekommen. Wenn es sich daher um eine genaue Ausgleichung des ganzen Netzes handelte, so müssten zunächst die relativen Werthe dieser Winkelmessungen durch eine strenge Vergleichung der Instrumente festgestellt werden. Abgesehen von den Schwierigkeiten die dies machen würde, ist aber eine solche Vergleichung gegenwärtig unmöglich, weil die Instrumente nicht mehr in dem Zustande sind, in welchem sie zur Zeit der Messungen waren; und dann möchte eine so mühsame Arbeit, bei einer Unsicherheit der Winkel, wie die oben angeführte, auch wohl überhaupt nur wenig belohnend sein. Eben so wenig kann aber allen Beobachtungen ein gleiches Gewicht beigelegt werden, weil dadurch die guten Beobachtungen offenbar zu grofse Korrektionen erhalten und also fehlerhafter werden würden als sie es an und für sich sind.

Zur gehörigen Würdigung des Werthes der verschiedenen Winkelmessungen wollen wir noch Folgendes anführen:

Die mit dem 15zölligen Theodoliten beobachteten Directionen können nach §. 6. bis auf eine Secunde genau angesehen werden.

Die Anzahl der Beobachtungen mit dem 12zölligen Theodoliten ist dagegen zu gering, um eine Vergleichung beider Instrumente rathsam erscheinen zu lassen.

Die

Digitized by Google

Die Anzahl der Repetitionen mit den kleineren Theodoliten ist zwei- bis dreimal so grofs, als die Einstellungen mit dem 12zölligen.

Es geht hieraus hervor, dafs sämmtliche Beobachtungen denen mit dem 15zölligen Theodoliten bei weitem nachstehen, und ein sehr bedeutend geringeres Gewicht erhalten würden.

Unter diesen Umständen, und da doch eine willkührliche Annahme gemacht werden mufste, schien es am zweckmäfsigsten zu sein, die Beobachtungen mit dem 15zölligen Theodoliten als absolut genau anzusehen, und alle übrigen, unter Beilegung gleicher Gewichte, darnach zu corrigiren.

Die guten Beobachtungen bleiben auf diese Weise intakt, und die schlechteren werden verbessert, so dafs nichts weiter zweifelhaft bleibt als die Frage: ob diese Verbesserungen in dem richtigen Verhältnifs zu einander stehen werden; eine Frage, welche in dem vorliegenden Fall von keiner grofsen Erheblichkeit sein dürfte, indem es sich nur darum handelt, die Entfernungen bis zu einem Grade der Genauigkeit zu ermitteln, der es wahrscheinlich macht, dafs die möglichen Fehler in den Entfernungen ohne bemerkbaren Einflufs auf die abzuleitenden Höhendifferenzen bleiben.

Digitized by Google

§. 11. Zusammenstellung sämmtlicher gemessenen Winkel nebst ihren unbekannten Verbesserungen.

Die Winkel der Dreiecke der Odervermessung, so wie die der älteren Dreiecke des Generalstabes sind sämmtlich auf $180^0 + \varepsilon$ ausgeglichen, und da dieser Umstand bei der Ausgleichung des Dreiecksnetzes eine kleine Erleichterung der Rechnung gewährt, so sind nicht die beobachteten, sondern die auf diese Weise korrigirten Winkel aufgeführt. (Die beobachteten Winkel der Odervermessung befinden sich im 5ten Bande der Hertha).

Auf allen Stationen, wo dagegen neue Messungen hinzugekommen sind, werden in der ersten Rubrik die beobachteten Winkel gegeben, und in der zweiten unter der Überschrift: Verbesserte sphärische Winkel, die korrigirten, wie sie mit Rücksicht auf die Anzahl der Beobachtungen, aus der Fehlersumme der drei Winkel der Dreiecke hervorgehen. Rücksichtlich der Station *Pimpenellenberg* ist dabei zu bemerken, dafs der Winkel zwischen *Angermünde* und dem *Semmelberge* mit dem 15zölligen Theodoliten gemessen ist, und daher (nach §. 10.) unverändert bleiben mufs.

Die unbekannten Verbesserungen in der ersten Rubrik sind mit (1), (2).... bezeichnet, und die Beobachtungen mit dem 15zölligen Theodoliten durch [ ] unterschieden.

In dem zweiten Theil der Dreieckskette, von *Oderberg* bis *Gollenberg*, fangen die Zahlen wieder mit (1) an.

Digitized by Google

Namen der Stationen.	Winkel zwischen den Objekten.				Verbesserte sphärische Winkel.		
Eichberg, Sigl.	Spandau — Kreuzberg	29°	9′	48,″82 + (1)	29°	9′	49.″21
	Spandau — Berlin, Marienth.	26	43	48,21 + (2)	26	43	47,86
Spandau Th.	Kreuzberg. Mon. — Eichberg .	79	21	29,40 + (3)	79	21	29.77
	Berlin, Marienth. — Eichberg .	96	21	31.13 + (4)	96	21	30,77
	Kreuzb. Mon. — Berlin, Marienth.	17	0	1,73 + (5)	17	0	2,83
	Berlin, Mar. — Bernau, stumpf.	39	37	20,56 + (6)	39	37	20.25
Kreuzberg, Monument	Eichberg — Spandau	71	28	41,13 + (7)	71	28	41.87
	Spandau — Berlin, Marienth.	89	47	59,66 + (8)	89	47	59.97
	Berlin. Marienth. — Eiche . .	35	45	18.38 + (9)	35	45	19,49
Kreuzberg, Station. .	Berlin, Marienth. — Eiche . .	35	53	43,26	35	53	43.26
Berlin, Marienthurm .	Eichberg — Spandau	56	54	43,06 + (10)	56	54	42.27
	Kreuzberg, Mon. — Spandau .	73	11	57,61 + (11)	73	11	57,33
	Spandau — Bernau	116	10	35,30 + (12)	116	10	34,76
	Bernau — Werneuchen	26	2	52,18 + (13)	26	2	52.69
Bernau, stumpf. Th. .	Spandau — Berlin, Marienth.	24	12	4,81 + (14)	24	12	5,66
	Berlin, Mar. — Werneuchen . .	96	9	13,83 + (15)	96	9	15,48
	Werneuchen — Semmelberg .	43	45	28,64 + (16)	43	45	29.20
	Semmelberg — Britz	48	15	9,82	48	15	9.60
Werneuchen Th. . . .	Berlin, Marienth. — Bernau .	57	47	54,60 + (18)	57	47	52,43
	Bernau — Semmelberg	113	23	0,84 + (19)	113	22	59,52
Löhme, Station . . .	Bernau — Semmelberg	115	22	33,17 + (20)	115	22	31,94
	Semmelberg — Werneuchen .	47	14	3,83 + [21]	47	14	3,83
	Werneuchen — Berlin, Mar. .	128	18	28,20 + [22]	128	18	28,20
	Berlin. Marienth. — Eiche . .	18	26	53,56 + [23]	18	26	53,56
Eiche, Station	Kreuzb. Stat. — Berlin, Mar. .	10	57	11,48	10	57	11,48
	Kreuzb. Mon. — Berlin, Mar. .	10	55	25,34 + (24)	10	55	24,22
	Berlin, Marienth. — Löhme .	144	14	9,57 + (25)	144	14	9,74
Semmelberg, Station .	Werneuchen — Berlin, Mar. . .	4	56	20,52 + (26)	4	56	16,45
	Berlin, Marienth. — Löhme .	2	16	42,22 + (27)	2	16	42,09
	Löhme — Bernau	15	38	31,34 + (28)	15	38	33.26
	Bernau — Britz	67	19	32,17	67	19	31,95
	Britz — Pimpenellenberg . . .	51	13	15,84	51	13	16,06
Britz, Sigl.	Bernau — Semmelberg	64	25	20,02	64	25	19,80
	Semmelberg — Pimpenellenb.	41	34	35,50	41	34	37,49
	Pimpenellenberg — Kernberg	41	19	0,90	41	19	1,06
Kernberg, Sigl.	Britz — Pimpenellenberg . . .	94	2	39,50	94	2	39,66
	Pimpenellenb. — Angermünde	108	37	2,30	108	37	4,02
Pimpenellenberg, Stat.	Semmelberg — Britz	87	12	8,66	87	12	7,07
	Britz — Kernberg	44	38	21,40	44	38	19,62
	Kernberg — Angermünde . . .	31	53	49,00	31	53	47,22
	Angermünde — Koholdsberg .	55	55	29,69 + [1]	55	55	29,69
	Angermünde — Peetzig	54	36	25,86 + (2)	54	36	19.64
Angermünde Th. . . .	Kernberg — Pimpenellenberg	39	29	7,30	39	29	9,01
	Pimpenellenberg — Peetzig . .	71	54	56,68 + (3)	71	54	58,26
	Peetzig — Blumberg	79	51	38,08 + (5)	79	51	39,13
Peetzig, Sigl.	Pimpenellenb. — Angermünde	53	28	38,15 + (6)	53	28	42,78
	Angermünde — Blumberg . .	60	24	3,75 + (7)	60	24	0,26
	Blumberg — Garz Th.	34	29	17,26 + (8)	34	29	15,00

Digitized by Google

Namen der Stationen.	Winkel zwischen den Objekten.				Verbesserte sphärische Winkel.		
Koboldsberg, Station	Pimpenellenh. — Angermünde	46°	37′	40,07 + (9)	46°	37′	35,50
	Angermünde — Blumberg . . .	60	0	5,45 + (10)	60	0	9,73
	Blumberg — Barnimslow . . .	30	38	20,07 + (11)	30	38	20,16
	Barnimslow — Garz Th. . . .	5	37	5,15 + (12)	5	37	3,37
	Garz Th. — Garz Stat.	0	37	56,26 + (13)	0	37	56,81
	Garz Stat. — Stettin	3	29	49,50 + (14)	3	29	48,62
	Stettin — Liebenow	33	55	21,81 + (15)	33	55	20,06
Blumberg Th.	Angermünde — Peetzig	39	44	19,16 + (16)	39	44	21,60
	Peetzig — Garz Th.	76	48	26,75 + (17)	76	48	24,04
	Garz Th. — Barnimslow . . .	45	19	28,91 + (18)	45	19	24,63
	Barnimslow — Liebenow . . .	61	23	5,46 + (19)	61	23	9,54
Garz Th.	Peetzig — Blumberg	68	42	17,01 + (20)	68	42	21,08
	Blumberg — Barnimslow . . .	93	7	35,19 + (21)	93	7	40,66
Garz, Station	Koboldsberg — Garz Th. . . .	9	18	57,88 + [64]	9	18	57,88
	Garz Th. — Blumberg	57	38	20,28 + [65]	57	38	20,28
	Blumberg — Klütz Stat. . . .	134	38	3,39 + [66]	134	38	3,39
	Klütz — Koboldsberg	158	24	38,45 + [67]	158	24	38,45
Barnimslow, Windm.	Blumberg — Garz Th.	41	32	56,59 + (22)	41	32	55,40
	Blumberg — Liebenow	72	47	32,17 + (23)	72	47	32,77
	Liebenow — Stettin	95	16	2,01 + (24)	95	15	58,37
Liebenow Th.	Blumberg — Barnimslow . . .	45	49	24,08 + (25)	45	49	19,40
	Barnimslow — Stettin	21	58	11,72 + (26)	21	58	19,08
	Stettin — Stargard	58	6	56,96 + (27)	58	6	56,27
Klütz (Hasselberg) . .	Garz Th. — Garz Stat.	1	8	3,12 + (28)	1	8	0,42
	Garz Stat. — Blumberg	22	34	12,46 + (29)	22	34	15,61
	Blumberg — Barnimslow . . .	40	50	21,02 + (30)	40	50	22,01
	Barnimslow — Stettin	75	25	35,02 + (31)	75	25	32,83
	Stettin — Stolzenhagen	10	51	0,13 + (32)	10	50	56,96
	Stolzenhag. Th. — Stolzenh. St.	0	26	12,84 + (33)	0	26	13,07
	Stolzenhagen Stat. — Gollnow	26	29	44,52 + (34)	26	29	50,70
Stettin, Jacobithurm .	Barnimslow — Liebenow . . .	62	45	47,20 + (35)	62	45	43,49
	Liebenow — Stargard	66	50	3,64 + (36)	66	49	57,02
	Stargard — Gollnow	57	18	43,65 + (37)	57	18	54,99
	Stargard — Stolzenhagen Th.	85	51	58,25 + (38)	85	51	55,18
Stargard, Marienth. .	Liebenow — Stettin	55	3	2,01 + (39)	55	3	9,32
	Stettin — Gollnow	43	16	42,18 + (40)	43	16	42,24
	Gollnow — Stolzenhagen Th.	29	27	34,93 + (41)	29	27	34,11
Stolzenhagen Th. . . .	Gollnow — Stargard	57	41	42,97 + (42)	57	41	38,22
	Stettin — Stargard	80	19	3,52 + (43)	80	18	58,41
	Stepnitz — Gollnow	57	44	8,52 + (44)	57	44	4,64
	Lebin, Sign. — Gr. Stepnitz .	19	12	1,73			
Gollnow Th.	Stargard — Stettin	79	24	35,91 + (46)	79	24	24,52
	Stargard — Stolzenhagen Th.	92	50	43,36 + (47)	92	50	48,93
	Stolzenhagen — Gr. Stepnitz	63	29	47,52 + (48)	63	29	48,41
Gr. Stepnitz Th. . . .	Gollnow — Stolzenhagen Th.	58	46	4,62 + (49)	58	46	7,62
	Stolzenhagen Th. — Wollin .	173	54	46,00 + (50)	173	54	25,96
	Stolzenhagen Th. — Lebin . .	148	19	46,70			

Digitized by Google

Namen der Stationen.	Winkel zwischen den Objekten.				Verbesserte sphärische Winkel.		
Ziegenort (Harzberg)	Gollenberg — Wollin	58°	46′	31,72 + (51)	58°	46′	31,71
	Wollin — Gr. Stepnitz	75	2	3.87 + (52)	75	2	6,19
	Gr. Stepnitz — Gollnow . . .	19	14	26.31 + (53)	19	14	28,97
	Gollnow — Stolzenhagen Staf.	40	57	51,67 + (54)	40	57	50,21
	Stolzenhag. St. — Stolzenh. Th.	2	7	46.10 + (55)	2	7	45,66
Stolzenhagen, Station	Klütz — Stolzenhagen Th. . .	6	9	36.38 + [57]	6	9	36,38
	Stolzenhag. Th. — Ziegenort St.	142	14	49.89 + [58]	142	14	49,89
	Ziegenort St. — Wollin . . .	23	47	40,90 + [59]	23	47	40,90
	Wollin — Gr. Stepnitz	2	59	17.66 + [60]	2	59	17,66
	Gr. Stepnitz — Gollnow . . .	61	39	33.50 + [61]	61	39	33,50
	Gollnow — Stargard	56	26	52,74 + [62]	56	26	52,74
	Stargard — Klütz	66	42	8.93 + [63]	66	42	8,93
Lebinerberg, Station .	Gr. Stepnitz — Gollenberg . .	124	0	18.0	124	0	18.0
	Gollenberg — Möwenhaken . .	7	45	31.5	7	45	31,5
	Gollenberg — Caseburg . . .	20	47	20.0	20	47	20,0
Gollenberg, Station .	Wollin — Gr. Stepnitz	33	7	36,39 + [68]	33	7	36.39
	Gr. Stepnitz — Ziegenort Stat.	9	30	26,94 + [69]	9	30	26,94
	Gr. Stepnitz — Lebin	36	37	18.14	36	37	18,14
	Lebin — Möwenhaken	27	28	36.11	27	28	36,11
	Swinem. St. — Möwenhaken	16	4	58.41	16	4	58,41
	Swinemünde — Hausecke . .	1	46	45,62	1	46	45,62
	Lebin — Caseburg	18	13	5.0	18	13	5.0
Swinemünde, Station	Möwenhaken — Gollenberg . .	62	52	15,68	62	52	15.68
	Gollenberg — Hausecke . . .	42	13	44.32	42	13	44.32

Digitized by Google

§. 12. Bedingungsgleichungen in dem ganzen Dreiecksnetze.

Die beobachteten Winkel sind der Kürze halber hier weggelassen und nur ihre unbekannten Verbesserungen aufgeführt. Um daher die nachfolgenden Bedingungsgleichungen vollständig zu erhalten, darf man nur die Winkel im vorigen §., denen die Verbesserungen zugehören, substituiren, z. B. die Gleichung 7. unten würde alsdann übergehen in:

$$\frac{\text{Sin } 56^\circ 54' 43,''06 + (10) \cdot \text{Sin } 161^\circ 16' 40,''79 (+(7)+(8)) \cdot \text{Sin } 79^\circ 21' 29,''40 + (3)}{\text{Sin } 96\,21\,31,13 + (4) \cdot \text{Sin } 16\,17\,14,55 (+(11)-(10)) \cdot \text{Sin } 71\,28\,41,13 + (7)} = 1$$

und so alle übrigen. — Da wo die Winkel durch Abzug entweder des einen von dem andern oder von 180° gefunden wurden, sind die unbekannten Verbesserungen mit — bezeichnet. — Alle Winkel welche zur Ableitung eines andern erforderlich waren und also zusammen gehören, sind durch Parenthesen verbunden.

A. Bedingungsgleichungen zwischen Eichberg und Semmelberg.

1. $+(2)+(4)+(10) = 180^\circ + \varepsilon$
2. $+(5)+(11)+(8) = 180 + \varepsilon$
3. $+(1)+(3)+(7) = 180 + \varepsilon$
4. $+(6)+(12)+(14) = 180 + \varepsilon$
5. $+(13)+(15)+(18) = 180 + \varepsilon$
6. $+(16)+(19)+((26)+(27)+(28)) = 180 + \varepsilon$
7. $\dfrac{\text{Sin} + (10) \cdot \text{Sin} (+(7)+(8)) \cdot \text{Sin} + (3)}{\text{Sin} + (4) \cdot \text{Sin} (+(11)-(10)) \cdot \text{Sin} + (7)} = 1$
8. $\dfrac{\text{Sin} + (5) \cdot \text{Sin} + (14) \cdot \text{Sin} (-(20)-[21]-[22]) \cdot \text{Sin} + (25) \cdot \text{Sin} + (9)}{\text{Sin} + (8) \cdot \text{Sin} + (6) \cdot \text{Sin} + [23] \cdot \text{Sin} (+(15)+(16)+(20)+(28)) \cdot \text{Sin} + (24)} = 1$
9. $\dfrac{\text{Sin}(+(15)+(16)+(20)+(28)) \cdot \text{Sin}(-(19)-[21]-(26)-(27)) \cdot \text{Sin}(-(18)-(19)-[21]-[22]-(26)-(27))}{\text{Sin}(-(15)-(16)-(28)) \cdot \text{Sin}(-(16)-(20)-(28)) \cdot \text{Sin}(+(18)+(19)+[21]+(26)+(27))} = 1$
10. $\dfrac{\text{Sin} + (27) \cdot \text{Sin} (+(18)+(19)) \cdot \text{Sin} + [22]}{\text{Sin} (+[21]+[22]) \cdot \text{Sin} + (26) \cdot \text{Sin} (+(18)+(19)+[21]+(26)+(27))} = 1$
11. $\dfrac{\text{Sin} + (28) \cdot \text{Sin} (-[21]-(26)-(27)) \cdot \text{Sin} (-(16)-(20)-(28))}{\text{Sin} (-(20)-(28)) \cdot \text{Sin} (+(26)+(27)) \cdot \text{Sin} (-(19)-[21]-(26)-(27))} = 1$
12. $+(11)+(12)-((15)+(16)+(28))-((25)+[23])-((9)+(24)) = 360^\circ$

Digitized by Google

B. Bedingungsgleichungen zwischen dem Pimpenellenberge und Gollenberge.

13. $+(3)+(2)+(6)=180^{\circ}+\varepsilon$

14. $+(7)+(5)+(16)=180+\varepsilon$

15. $+(8)+(17)+(20)=180+\varepsilon$

16. $+(21)+(18)+(22)=180+\varepsilon$

17. $+(23)+(19)+(25)=180+\varepsilon$

18. $+(24)+(26)+(35)=180+\varepsilon$

19. $+(27)+(36)+(39)=180+\varepsilon$

20. $+(37)+(40)+(46)=180+\varepsilon$

21. $+(41)+(47)+(42)=180+\varepsilon$

22. $+(44)+(48)+(49)=180+\varepsilon$

23. $+(43)+(38)+((40)-(41))=180+\varepsilon$

24. $$\frac{\mathrm{Sin}+(6)\cdot\mathrm{Sin}+(16)\cdot\mathrm{Sin}+(10)\cdot\mathrm{Sin}+[1]}{\mathrm{Sin}+(2)\cdot\mathrm{Sin}+(7)\cdot\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10))\cdot\mathrm{Sin}+(9)}=1$$

25. $$\frac{\mathrm{Sin}+(20)\cdot\mathrm{Sin}(+(11)+(12))\cdot\mathrm{Sin}(+[1]+(3)+(5)+(9))\cdot\mathrm{Sin}+(7)}{\mathrm{Sin}+(8)\cdot\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(16)-(17)-(11)-(12))\cdot\mathrm{Sin}+(10)\cdot\mathrm{Sin}+(5)}=1$$

26. $$\frac{\mathrm{Sin}+[65]\cdot\mathrm{Sin}+(13)\cdot\mathrm{Sin}(+[1]+(3)+(5)+(9)+(10)+(16)+(17))}{\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(16)-(17)-(11)-(12)-(13)-[64]-[65])\cdot\mathrm{Sin}+[64]\cdot\mathrm{Sin}(+(11)+(12))}=1$$

27. $$\frac{\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(16)-(17))\cdot\mathrm{Sin}+(22)\cdot\mathrm{Sin}+(11)}{\mathrm{Sin}(+(11)+(12))\cdot\mathrm{Sin}+(21)\cdot\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(16)-(17)-(18))}=1$$

28. $$\frac{\mathrm{Sin}+(22)\cdot\mathrm{Sin}(+(28)+(29)+(30))\cdot\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(13)-(16)-(17)-(29)-[64]-[65]-[66])}{\mathrm{Sin}+(18)\cdot\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(13)-(16)-(17)-(18)-(22)-(29)-(30)-[64]-[65]-[66])\cdot\mathrm{Sin}(+(28)+(29))}=1$$

29. $$\frac{\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(13)-(16)-(17)-[64]-[65])\cdot\mathrm{Sin}+(20)\cdot\mathrm{Sin}(-(28)-[64]-[67])}{\mathrm{Sin}(+[1]+(3)+(5)+(9)+(10)+(11)+(12)+(13)+(16)+(17)+[64])\cdot\mathrm{Sin}(-(29)-[66])\cdot\mathrm{Sin}+(28)}=1$$

30. $$\left\{\frac{\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(16)-(17)-(18))\cdot\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(13)-(14)-(15)-(16)-(17)-(18)+(19)+(23))}{\mathrm{Sin}(+[1]+(3)+(5)+(9)+(10)+(16)+(17)+(18))\cdot\mathrm{Sin}(+[1]+(3)+(5)+(9)+(10)+(11)+(16)+(17)+(18)+(23))}\cdot\right.$$
$$\left.\times\frac{\mathrm{Sin}(+[1]+(3)+(5)+(9)+(10)+(16)+(17)+(18)-(19))}{\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(13)-(14)-(15)-(16)-(17)-(18)+(19))}\right\}=1$$

31. $$\frac{\mathrm{Sin}(+(12)+(13)+(14))\cdot\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(13)-(14)-(15)-(16)-(17)-(18)+(19)+(25))\cdot\mathrm{Sin}+(33)}{\mathrm{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(13)-(14)-(16)-(17)-(18)-(23)-(24))\cdot\mathrm{Sin}(+(12)+(13)+(14)+(15))\cdot\mathrm{Sin}+(26)}=1$$

Digitized by Google

32. $$\left\{\frac{\operatorname{Sin}(+(12)+(13)+(14))\cdot\operatorname{Sin}(+[1]+(3)+(5)+(9)+(10)+(16)+(17)+(18))\cdot\operatorname{Sin}+(30)}{\operatorname{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(13)-(14)-(16)-(17)-(18)-(23)-(24))\cdot\operatorname{Sin}+(11)}\cdot\right.$$
$$\left.\times\frac{\operatorname{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(13)-(16)-(17)-(18)-(23)-(24)-(29)-(30)-(31)-[64]-[65]-[66])}{\operatorname{Sin}(+[1]+(3)+(5)+(9)+(10)+(11)+(12)+(13)+(16)+(17)+(18)+(29)+[64]+[65]+[66])\cdot\operatorname{Sin}+(31)}\right\}=1$$

33. $$\left\{\frac{\operatorname{Sin}(+(32)+(33)+(34))\cdot\operatorname{Sin}(+[1]+(3)+(5)+(9)+(10)+(11)+(12)+(13)+(16)+(17)+(18)+(23)+(24)+(29)+(30)+[61]+[65]+[66])}{\operatorname{Sin}(-[1]-(3)-(5)-(9)-(10)-(11)-(12)-(13)-(16)-(17)-(18)-(23)-(24)-(29)-(30)-(31)-(32)-(33)-(34)-(35)-(36)-(37)-[61]-[65]-[66])}\cdot\right.$$
$$\left.\times\frac{\operatorname{Sin}+(26)\cdot\operatorname{Sin}+(39)\cdot\operatorname{Sin}+(46)}{\operatorname{Sin}+(25)\cdot\operatorname{Sin}+(27)\cdot\operatorname{Sin}+(40)}\right\}=1$$

Setzt man:

$$X=+[1]+(3)+(5)+(9)+(10)+(11)+(12)+(13)+(16)+(17)+(18)+(23)+(24)+(29)+(30)+(31)+(35)+[61]+[65]+[66]$$

so erhält man ferner:

34. $$\frac{\operatorname{Sin}(+(47)-(46))\cdot\operatorname{Sin}(+(32)+(33)+(34))\cdot\operatorname{Sin}(-X-(32)-(36)-(38))}{\operatorname{Sin}(+(42)+(43))\cdot\operatorname{Sin}(-X-(32)-(33)-(34)-(36)-(37))\cdot\operatorname{Sin}+(32)}=1$$

35. $$\frac{\operatorname{Sin}(+(40)-(41))\cdot\operatorname{Sin}+(47)\cdot\operatorname{Sin}(+(38)-(37))}{\operatorname{Sin}+(38)\cdot\operatorname{Sin}+(41)\cdot\operatorname{Sin}(+(47)-(46))}=1$$

36. $$\frac{\operatorname{Sin}+[37]\cdot\operatorname{Sin}(-(34)-[62]-[63])\cdot\operatorname{Sin}(+X+(32)+(36)+(38)+(42)+(43))}{\operatorname{Sin}(-(33)-[57])\cdot\operatorname{Sin}(+[62]+[63])\cdot\operatorname{Sin}(-X-(32)-(33)-(34)-(36)-(37)-(46)+(47))}=1$$

37. $$\frac{\operatorname{Sin}(+[57]+[62]+[63])\cdot\operatorname{Sin}(-X-(32)-(33)-(36)-(37)-(46)+[63])\cdot\operatorname{Sin}+(42)}{\operatorname{Sin}(-X-(32)-(33)-(36)-(38)-(42)-(43))\cdot\operatorname{Sin}+[62]\cdot\operatorname{Sin}+(41)}=1$$

38. $$\left\{\frac{\operatorname{Sin}(+X+(32)+(33)+(36)+(37)+(46)-(47)-[62]-[63])\cdot\operatorname{Sin}(+X+(32)+(33)+(36)+(37)+(46)-(47)-(48)-[61]-[62]-[63])}{\operatorname{Sin}(-X-(32)-(33)-(36)-(38)-(42)-(43)-[57])\cdot\operatorname{Sin}(-X-(32)-(33)-(36)-(37)-(46)+(47)+(48)+[62]+[63])}\cdot\right.$$
$$\left.\times\frac{\operatorname{Sin}(+X+(32)+(33)+(36)+(37)+(46)-(47)-(48)-(49)-[58]-[59]-[60]-[61]-[62]-[63])}{\operatorname{Sin}(-X-(32)-(33)-(36)-(37)-(46)+(47)+(48)+(49)+[61]+[62]+[63])}\right\}=1$$

39. $$\frac{\operatorname{Sin}+(54)\cdot\operatorname{Sin}(+X+(32)+(33)+(36)+(37)+(46)-(47)-(48)-(53)-(54)-[59]-[60]-[61]-[62]-[63])\cdot\operatorname{Sin}+[61]}{\operatorname{Sin}(+[59]+[60]+[61])\cdot\operatorname{Sin}+(53)\cdot\operatorname{Sin}(+X+(32)+(33)+(36)+(37)+(46)-(47)-(48)-[61]-[62]-[63])}=1$$

40. $$\frac{\operatorname{Sin}(+X+(32)+(33)+(36)+(37)+(46)-(47)-[62]-[63])\cdot\operatorname{Sin}+(54)\cdot\operatorname{Sin}(-(55)-[58])}{\operatorname{Sin}(-X-(32)-(33)-(36)-(38)-(42)-(43)-[57])\cdot\operatorname{Sin}(-(54)-[59]-[60]-[61])\cdot\operatorname{Sin}+(55)}=1$$

41. $$\frac{\operatorname{Sin}(-(52)-(53)-(54)-[59])\cdot\operatorname{Sin}(-X-(32)-(33)-(36)-(37)-(46)+(47)+(48)+(49)+(50)+[61]+[62]+[63])\cdot\operatorname{Sin}(+(53)+(54))}{\operatorname{Sin}(+(52)+(53)+(54))\cdot\operatorname{Sin}(+X+(32)+(33)+(36)+(37)+(46)-(47)-(48)-(49)-(50)-[60]-[61]-[62]-[63])\cdot\operatorname{Sin}(-(53)-(54)-[59]-[60])}=1$$

42. $$\frac{\operatorname{Sin}+[68]\cdot\operatorname{Sin}(+(51)+(52))\cdot\operatorname{Sin}(+X+(32)+(33)+(36)+(37)+(46)-(47)-(48)-(49)-(50)-(52)-(53)-(54)-[59]-[60]-[61]-[62]-[63])}{\operatorname{Sin}(+X+(32)+(33)+(36)+(37)+(46)-(47)-(48)-(49)-(50)-(51)-(52)-(53)-(54)-[59]-[60]-[61]-[62]-[63]-[68])\cdot\operatorname{Sin}+[68]\cdot\operatorname{Sin}+(52)}=1$$

Digitized by Google

§. 13. Auflösung der Bedingungsgleichungen zwischen dem *Eichberge* und dem *Semmelberge.*

Werden die beobachteten Werthe aus §. 11. in den Gleichungen von 1. bis 12. (§. 12.) substituirt, und die Factoren der neuen daraus hervorgehenden Differential-Gleichungen angedeutet durch: I, II, III..., so erhält man:

$0 = +\ 1''{,}50 + (2) + (4) + (10)$ | · I

$0 = -\ 1''{,}13 + (5) + (11) + (8)$ | · II

$0 = -\ 1''{,}50 + (1) + (3) + (7)$ | · III

$0 = + (6) + (12) + (14)$ | · IV

$0 = + (13) + (15) + (18)$ | · V

$0 = +\ 3''{,}04 + (16) + (19) + ((26) + (27) + (28))$ | · VI

$0 = +\ 5''{,}569 + 0{,}188\,(3) + 0{,}111\,(4) - 3{,}286\,(7) - 2{,}951\,(8) + 4{,}075\,(10) - 3{,}423\,(11)$ | · VII

$0 = -\ 13''{,}192 + 3{,}271\,(5) - 1{,}208\,(6) - 0{,}003\,(8) + 1{,}389\,(9) + 2{,}225\,(14) + 0{,}016\,(15) + 0{,}016\,(16) - 0{,}366\,(20) - 5{,}181\,(24) - 1{,}388\,(25) + 0{,}016\,(28)$ | · VIII

$0 = -\ 130''{,}504 + 2{,}733\,(15) + 13{,}670\,(16) - 10{,}400\,(18) - 15{,}039\,(19) + 10{,}921\,(20) - 15{,}039\,(26) - 15{,}039\,(27) + 13{,}670\,(28)$ | · IX

$0 = -\ 73''{,}952 - 7{,}424\,(18) - 7{,}424\,(19) - 12{,}550\,(26) + 24{,}156\,(27)$ | · X

$0 = +\ 1''{,}662 - 10{,}937\,(16) + 4{,}639\,(19) - 10{,}067\,(20) - 2{,}543\,(26) - 2{,}513\,(27) - 6{,}496\,(28)$ | · XI

$0 = +\ 5''{,}11 + (11) + (12) - (9) - (15) - (16) - (24) - (25) - (28)$ | · XII

Digitized by Google

Relationen zwischen den Verbesserungen (1), (2), (3) .... *und den Factoren I, II, III* ....

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0 = (1)	–	–	+1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0 = (2)	+1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0 = (3)	–	–	+1	–	–	–	+0,188	–	–	–	–	–
0 = (4)	+1	–	–	–	–	–	+0,111	–	–	–	–	–
0 = (5)	–	+1	–	–	–	–	–	+3,271	–	–	–	–
0 = (6)	–	–	–	+1	–	–	–	−1,208	–	–	–	–
0 = (7)	–	–	+1	–	–	–	−3,286	–	–	–	–	–
0 = (8)	–	+1	–	–	–	–	−2,951	−0,003	–	–	–	–
0 = (9)	–	–	–	–	–	–	–	+1,389	–	–	–	−1
0 = (10)	+1	–	–	–	–	–	+4,075	–	–	–	–	–
0 = (11)	–	+1	–	–	–	–	−3,423	–	–	–	–	+1
0 = (12)	–	–	–	+1	–	–	–	–	–	–	–	+1
0 = (13)	–	–	–	–	+1	–	–	–	–	–	–	–
0 = (14)	–	–	–	+1	–	–	–	+2,225	–	–	–	–
0 = (15)	–	–	–	–	+1	–	–	+0,016	+ 2,733	–	–	−1
0 = (16)	–	–	–	–	–	+1	–	+0,016	+13,670	–	−10,937	−1
0 = (18)	–	–	–	–	+1	–	–	–	−10,400	− 7,424	–	–
0 = (19)	–	–	–	–	–	+1	–	–	−15,039	− 7,424	+ 4,639	–
0 = (20)	–	–	–	–	–	–	–	−0,366	+10,921	–	− 10,067	–
0 = (24)	–	–	–	–	–	–	–	−5,181	–	–	–	−1
0 = (25)	–	–	–	–	–	–	–	−1,388	–	–	–	−1
0 = (26)	–	–	–	–	–	+1	–	–	−15,039	−12,550	− 2,543	–
0 = (27)	–	–	–	–	–	+1	–	–	−15,039	+24,156	− 2,543	–
0 = (28)	–	–	–	–	–	+1	–	+0,016	+13,670	–	− 6,496	−1

Digitized by Google

Gleichungen zwischen den Factoren.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
+ 1″,50 =	+3	0	0	0	0	0	+ 4,186	0	0	0	0	0
− 1,13 =	0	+3	0	0	0	0	− 6,374	+ 3,268	0	0	0	+ 1
− 1,50 =	0	0	+3	0	0	0	− 3,098	0	0	0	0	0
0 =	0	0	0	+3	0	0	0	+ 1,017	0	0	0	+ 1
0 =	0	0	0	0	+3	0	0	+ 0,016	− 7,667	− 7,421	0	− 1
+ 3,01 =	0	0	0	0	0	+ 5	0	+ 0,032	− 17,777	+ 4,182	− 17,880	− 2
+ 5,560 =	+ 4,186	− 6,374	− 3,096	0	0	0	+ 47,876	+ 0,009	0	0	0	− 3,423
− 13,102 =	0	+ 3,268	0	+ 1,017	+ 0,016	+ 0,032	+ 0,009	+ 47,942	− 3,515	0	+ 3,406	+ 5,132
− 130,504 =	0	0	0	0	− 7,667	− 17,777	0	− 3,515	+ 1287,151	+ 14,317	− 341,329	− 30,073
− 73,952 =	0	0	0	0	− 7,421	+ 4,182	0	0	+ 14,317	+ 851,247	− 63,954	0
+ 1,662 =	0	0	0	0	0	− 17,880	0	+ 3,406	− 341,329	− 63,954	+ 297,614	+ 17,133
+ 5,110 =	0	+ 1	0	+ 1	− 1	− 2	− 3,423	+ 5,132	− 30,073	0	+ 17,133	+ 8

Werthe der Factoren.

I = + 0,3503	VII = + 0,1073
II = + 0,0079	VIII = − 0,3391
III = − 0,3892	IX = − 0,1814
IV = − 0,0978	X = − 0,1074
V = − 0,5148	XI = − 0,3064
VI = − 0,7854	XII = + 0,6383

Werthe der Verbesserungen.

(1) = + 0″,39	(13) = + 0″,51
(2) = − 0,35	(14) = + 0,85
(3) = + 0,37	(15) = + 1,65
(4) = − 0,36	(16) = + 0,56
(5) = + 1,10	(18) = − 2,17
(6) = − 0,31	(19) = − 1,32
(7) = + 0,74	(20) = − 1,23
(8) = + 0,31	(24) = − 1,12
(9) = + 1,11	(25) = + 0,17
(10) = − 0,79	(26) = − 4,07
(11) = − 0,28	(27) = − 0,13
(12) = − 0,54	(28) = + 1,92

Digitized by Google

§. 14. Auflösung der Bedingungsgleichungen zwischen dem *Pimpenellenberge* und *Stettin.*

Die strenge Auflösung der 30 Bedingungsgleichungen zwischen dem *Pimpenellenberge* und *Gollenberge* würde eine überaus mühsame Arbeit veranlafst haben, wenn nicht ein Umstand vorhanden gewesen wäre, der eine Trennung gestattet hätte, welche zwar nicht in aller Strenge richtig, aber mit Rücksicht auf den vorliegenden Zweck, doch als genügend betrachtet werden kann. Die Bedingungen unterhalb *Stettin* hängen nämlich mit denen oberhalb *Stettin* nur durch die Beobachtungen in *Klütz* zusammen; es ist daher wahrscheinlich, dafs die unteren Bedingungen auf die oberen keinen beträchtlichen Einflufs ausüben werden. Aus diesem Grunde ist die Trennung so vorgenommen worden, dafs zuerst aus den Bedingungsgleichungen (§. 12. B.) von 13 bis 33 alle Verbesserungen bis zur Seite *Stettin-Liebenow* gesucht wurden; diese Verbesserungen wurden nun als richtig angenommen und in die Bedingungsgleichungen gesetzt, welche den Übergang bilden, hieraus entstanden neue Bedingungsgleichungen, welche zu der zweiten Abtheilung herübergezogen, und mit dieser vereint aufgelöst wurden. Auf diese Weise sind zwar alle Bedingungen in dem ganzen Netz vollständig erfüllt, und die Verbesserungen bilden auch, in jeder Abtheilung für sich, ein vollkommenes Minimum, aber nicht in aller Strenge durch das ganze Netz: ein Umstand, dessen Vernachlässigung wohl keinen bemerkbaren Einflufs auf die Resultate der Höhenmessung erlangen kann, und höhere Anforderungen können der Natur der Sache nach, an die Dreieckskette nicht gemacht werden.

Führt man nun in den Gleichungen (§. 12. B.) die beobachteten Werthe ein, und deutet ihre Factoren wieder durch I, II, III ... an, so erhält man folgende Bedingungsgleichungen zwischen dem *Pimpenellenberge* und *Stettin:*

Digitized by Google

$$0 = +(3) + (2) + (6) \;\} \cdot \mathrm{I}$$

$$0 = +(7) + (5) + (16) \;\} \cdot \mathrm{II}$$

$$0 = +(8) + (17) + (20) \;\} \cdot \mathrm{III}$$

$$0 = +(21) + (18) + (22) \;\} \cdot \mathrm{IV}$$

$$0 = +(23) + (19) + (25) \;\} \cdot \mathrm{V}$$

$$0 = +(24) + (26) + (35) \;\} \cdot \mathrm{VI}$$

$$0 = +(27) + (36) + (39) \;\} \cdot \mathrm{VII}^{a}$$

$$0 = -21'',843 - 0{,}710\,(2) + 0{,}977\,(3) + 0{,}977\,(5) + 0{,}741\,(6) - 0{,}568\,(7) + 0{,}032\,(9) + 1{,}554\,(10) + 1{,}203\,(16) \;\} \cdot \mathrm{XII}$$

$$0 = +3'',919 + 0{,}589\,(3) + 0{,}410\,(5) + 0{,}568\,(7) - 1{,}456\,(8) + 0{,}589\,(9) - 0{,}269\,(10) + 1{,}672\,(11) + 1{,}672\,(12) + 0{,}308\,(16) + 0{,}308\,(17) + 0{,}390\,(20) \;\} \cdot \mathrm{XIII}$$

$$0 = -63'',385 + 11{,}168\,(3) + 11{,}168\,(5) + 11{,}168\,(9) + 11{,}168\,(10) + 9{,}457\,(11) + 9{,}457\,(12) + 101{,}433\,(13) + 11{,}168\,(16) + 11{,}168\,(17) \;\} \cdot \mathrm{XIV}$$

$$0 = +1'',972 + 1{,}222\,(3) + 1{,}222\,(5) + 1{,}222\,(9) + 1{,}222\,(10) + 1{,}546\,(11) - 1{,}672\,(12) + 1{,}222\,(16) + 1{,}222\,(17) + 1{,}530\,(18) + 0{,}055\,(21) + 1{,}128\,(22) \;\} \cdot \mathrm{XV}$$

$$0 = +5'',161 - 1{,}705\,(3) - 1{,}705\,(5) - 1{,}705\,(9) - 1{,}705\,(10) - 1{,}705\,(11) - 1{,}705\,(12) - 1{,}705\,(13) - 1{,}705\,(16) - 1{,}705\,(17) - 0{,}819\,(18) + 1{,}298\,(22) - 1{,}802\,(28) - 3{,}507\,(29) + 0{,}646\,(30) \;\} \cdot \mathrm{XVI}$$

$$0 = -155'',734 - 10{,}310\,(3) - 10{,}310\,(5) - 10{,}310\,(9) - 10{,}310\,(10) - 10{,}310\,(11) - 10{,}310\,(12) - 10{,}310\,(13) - 10{,}310\,(16) - 10{,}310\,(17) - 55{,}589\,(28) + 4{,}785\,(29) \;\} \cdot \mathrm{XVII}$$

$$0 = +9'',253 - 0{,}610\,(3) - 0{,}610\,(5) - 0{,}610\,(9) - 0{,}610\,(10) - 1{,}807\,(11) + 0{,}930\,(12) + 0{,}930\,(13) + 0{,}930\,(14) + 0{,}930\,(15) - 0{,}610\,(16) - 0{,}610\,(17) - 0{,}610\,(18) - 1{,}635\,(19) - 1{,}207\,(23) - 0{,}117\,(25) \;\} \cdot \mathrm{XVIII}$$

$$0 = +39'',201 + 1{,}527\,(3) + 1{,}527\,(5) + 1{,}527\,(9) + 1{,}527\,(10) + 1{,}527\,(11) + 6{,}300\,(12) + 6{,}300\,(13) + 6{,}300\,(14) - 0{,}931\,(15) + 1{,}527\,(16) + 1{,}527\,(17) + 1{,}527\,(18) - 0{,}117\,(19) + 1{,}410\,(23) + 1{,}410\,(24) - 0{,}117\,(25) - 2{,}479\,(26) + 0{,}515\,(35) \;\} \cdot \mathrm{XIX}$$

$$0 = +16'',601 - 2{,}918\,(3) - 2{,}918\,(5) - 2{,}918\,(9) - 2{,}918\,(10) - 4{,}114\,(11) + 3{,}395\,(12) + 3{,}395\,(13) + 7{,}231\,(14) - 2{,}918\,(16) - 2{,}918\,(17) - 2{,}918\,(18) + 0{,}795\,(23) + 0{,}795\,(24) - 3{,}836\,(29) + 0{,}542\,(30) - 0{,}875\,(31) \;\} \cdot \mathrm{XX}$$

$$0 = -23'',116 + 5{,}053\,(3) + 5{,}053\,(5) + 5{,}053\,(9) + 5{,}053\,(10) + 5{,}053\,(11) + 5{,}053\,(12) + 5{,}053\,(13) + 5{,}053\,(16) + 5{,}053\,(17) + 5{,}053\,(18) + 5{,}053\,(23) + 5{,}145\,(24) + 2{,}479\,(26) - 0{,}622\,(27) + 5{,}053\,(29) + 5{,}053\,(30) + 3{,}832\,(31) + 5{,}382\,(32) + 5{,}382\,(33) + 5{,}382\,(34) + 4{,}092\,(35) + 4{,}092\,(36) + 4{,}092\,(37) + 0{,}699\,(39) - 1{,}062\,(40) + 0{,}187\,(46) \;\} \cdot \mathrm{XXI}^{a}$$

Digitized by Google

Relationen zwischen den Verbesserungen* (1), (2), (3) .... *und den Factoren I, II, III .....

	I	II	III	IV	V	VI	VII$_a$	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI$_a$
0 = (2)	+ 1	—	—	—	—	—	—	— 0,710	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0 = (3)	+ 1	—	—	—	—	—	—	+ 0,977	+ 0,589	+ 11,168	+ 1,222	— 1,705	— 10,310	— 0,610	+ 1,527	— 2,918	+ 5,053
0 = (5)	—	+ 1	—	—	—	—	—	+ 0,977	+ 0,410	+ 11,168	+ 1,222	— 1,705	— 10,310	— 0,610	+ 1,527	— 2,918	+ 5,053
0 = (6)	+ 1	—	—	—	—	—	—	+ 0,741	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0 = (7)	—	+ 1	—	—	—	—	—	— 0,568	+ 0,568	—	—	—	—	—	—	—	—
0 = (8)	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	— 1,456	—	—	—	—	—	—	—	—
0 = (9)	—	—	—	—	—	—	—	+ 0,032	+ 0,560	+ 11,168	+ 1,222	— 1,705	— 10,310	— 0,610	+ 1,527	— 2,918	+ 5,053
0 = (10)	—	—	—	—	—	—	—	+ 1,851	— 0,260	+ 11,168	+ 1,222	— 1,705	— 10,310	— 0,610	+ 1,527	— 2,918	+ 5,053
0 = (11)	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 1,672	+ 9,457	+ 1,546	— 1,705	— 10,310	— 1,807	+ 1,527	— 4,114	+ 5,053
0 = (12)	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 1,672	+ 9,457	— 1,672	— 1,705	— 10,310	+ 0,930	+ 6,300	+ 3,395	+ 5,053
0 = (13)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 101,433	—	— 1,705	— 10,310	+ 0,930	+ 6,300	+ 3,395	+ 5,053
0 = (14)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0,930	+ 6,300	+ 7,231	—
0 = (15)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0,930	— 0,831	—	—
0 = (16)	—	+ 1	—	—	—	—	—	+ 1,203	+ 0,308	+ 11,168	+ 1,222	— 1,705	— 10,310	— 0,610	+ 1,527	— 2,918	+ 5,053
0 = (17)	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	+ 0,308	+ 11,168	+ 1,222	— 1,705	— 10,310	— 0,610	+ 1,527	— 2,918	+ 5,053
0 = (18)	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	+ 1,530	— 0,819	—	— 0,610	+ 1,527	— 2,918	+ 5,053
0 = (19)	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	— 1,635	— 0,117	—	—
0 = (20)	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	+ 0,300	—	—	—	—	—	—	—	—
0 = (21)	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	+ 0,053	—	—	—	—	—	—
0 = (22)	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	+ 1,126	+ 1,286	—	—	—	—	—
0 = (23)	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	— 1,207	+ 1,410	+ 0,795	+ 5,053
0 = (24)	—	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 1,410	+ 0,795	+ 5,145
0 = (25)	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	— 0,117	— 0,117	—	—
0 = (26)	—	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	— 2,479	—	+ 2,479
0 = (27)	—	—	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 0,622
0 = (28)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 1,802	— 55,389	—	—	—	—
0 = (29)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 3,507	+ 4,783	—	—	— 3,936	+ 5,053
0 = (30)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0,646	—	—	—	+ 0,542	+ 5,053
0 = (31)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 0,675	+ 3,832
0 = (32)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 5,382
0 = (33)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 5,382
0 = (34)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 5,382
0 = (35)	—	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0,515	—	+ 4,092
0 = (36)	—	—	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 4,092
0 = (37)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 4,092
0 = (39)	—	—	—	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0,699
0 = (40)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 1,062
0 = (46)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0,187

Digitized by Google

Gleichungen zwischen den Factoren.

	VII^a	VI	V	IV	III	II	I	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI^a
0″ =	+3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+ 4,169
0 =	0	+ 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	− 0,554	+ 0,795	+ 11,716
0 =	0	0	+3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	− 2,959	+ 1,176	+ 0,795	+ 5,053
0 =	0	0	0	+3	0	0	0	0	0	0	+ 2,713	+ 0,479	0	− 0,610	+ 1,527	− 2,918	+ 5,053
0 =	0	0	0	0	+ 3	0	0	0	− 0,738	+ 11,168	+ 1,222	− 1,705	− 10,310	− 0,610	+ 1,527	− 2,918	+ 5,053
0 =	0	0	0	0	0	+ 3	0	+ 1,612	+ 1,286	+ 22,336	+ 2,444	− 3,410	− 20,620	− 1,220	+ 3,054	− 5,836	+ 10,106
0 =	0	0	0	0	0	0	+ 3	+ 1,008	+ 0,589	+ 11,168	+ 1,222	− 1,705	− 10,310	− 0,610	+ 1,527	− 2,918	+ 5,053
− 21,843 =	0	0	0	0	0	+ 1,612	+ 1,008	+ 7,147	+ 0,625	+ 82,960	+ 5,796	− 8,088	− 48,901	− 2,891	+ 7,243	− 13,840	+ 23,965
+ 3,919 =	0	0	0	0	− 0,738	+ 1,286	+ 0,589	+ 0,625	+ 9,311	+ 53,235	+ 2,153	− 9,000	− 54,426	− 2,646	+ 16,040	− 6,577	+ 26,675
− 63,285 =	0	0	0	0	+11,168	+22,336	+11,168	+82,960	+53,235	+11215,867	+80,691	−319,437	−1931,630	+45,125	+615,372	+142,038	+946,705
+ 1,972 =	0	0	0	+2,713	+ 1,222	+ 2,444	+ 1,222	+ 5,796	+ 2,153	+ 80,691	+17,760	− 12,072	− 74,295	− 9,732	+ 5,339	− 37,897	+ 44,153
+ 5,161 =	0	0	0	+0,479	− 1,705	− 3,410	− 1,705	− 8,088	− 9,000	− 319,437	−12,072	+ 44,182	+ 241,601	+ 6,649	− 40,970	+ 41,481	− 96,148
−133,731 =	0	0	0	0	−10,310	−20,620	−10,310	−48,901	−54,426	− 1931,630	−74,295	+241,601	+9060,697	+37,188	−240,107	+134,560	−444,685
+ 9,253 =	0	0	−2,959	−0,610	− 0,610	− 1,220	− 0,610	− 2,891	− 2,646	+ 45,125	− 9,732	+ 6,649	+ 37,188	+13,473	+ 5,938	+ 31,973	− 27,406
+ 39,201 =	0	− 0,554	+1,176	+1,527	+ 1,527	+ 3,054	+ 1,527	+ 7,243	+16,040	+ 615,372	+ 5,339	− 40,970	− 240,107	+ 5,938	+149,007	+ 53,101	+135,737
+ 16,604 =	0	+ 0,795	+0,795	−2,918	− 2,918	− 5,836	− 2,918	−13,840	− 6,577	+ 142,038	−37,897	+ 41,481	+ 134,560	+31,973	+ 53,101	+168,908	−101,583
− 23,116 =	+4,169	+11,716	+5,053	+5,053	+ 5,053	+10,106	+ 5,053	+23,965	+26,675	+ 946,705	+44,153	− 96,148	− 444,685	−27,406	+135,737	−101,583	+518,398

Werthe der Factoren.

I = + 0,9079	XIII = − 2,9392
II = + 0,9150	XIV = − 0,0922
III = − 2,9233	XV = + 0,7452
IV = − 5,5112	XVI = + 4,5153
V = + 5,8069	XVII = − 0,1950
VI = + 3,1185	XVIII = + 5,7683
VII^a = + 0,4773	XIX = + 3,8813
XII = − 7,4747	XX = − 4,0016
	XXI^a = − 0,3430

Digitized by Google

Werthe der Verbesserungen.

(2)	$= -6''{,}22$	(18)	$= -4''{,}28$
(3)	$= +1{,}58$	(19)	$= +4{,}08$
(5)	$= +1{,}05$	(20)	$= +4{,}07$
(6)	$= +4{,}63$	(21)	$= +5{,}47$
(7)	$= -3{,}49$	(22)	$= -1{,}19$
(8)	$= -1{,}36$	(23)	$= +0{,}60$
(9)	$= -4{,}57$	(24)	$= -3{,}64$
(10)	$= +4{,}28$	(25)	$= -4{,}68$
(11)	$= +0{,}09$	(26)	$= +7{,}36$
(12)	$= -1{,}78$	(27)	$= -0{,}69$
(13)	$= +0{,}55$	(28)	$= -2{,}70$
(14)	$= -0{,}88$	(29)	$= +3{,}15$
(15)	$= -1{,}75$	(30)	$= +0{,}99$
(16)	$= +2{,}44$	(31)	$= -2{,}19$
(17)	$= -2{,}71$	(35)	$= -3{,}71$

Werden die hier gefundenen Verbesserungen in den Bedingungsgleichungen, aus welchen sie hervorgegangen sind, substituirt, so verschwinden sie sämmtlich bis auf VII^a und XXI^a. Diese beiden neuen Gleichungen VII^b und XXI^b werden nun zur folgenden Abtheilung herübergezogen. Eben so erhält man aus den Verbesserungen (§. 12.) den Werth von $X = -8''{,}15$, welcher daselbst bei den Gleichungen von 34 bis 42 einzuführen ist.

---

§. 15.

Digitized by Google

§. 15. Auflösung der Bedingungsgleichungen zwischen *Stettin* und dem *Gollenberge.*

Durch Substitution der beobachteten Werthe in den Gleichungen von 34 bis 42 (§. 12.), erhält man auf dieselbe Weise wie oben die zweite Abtheilung der Bedingungsgleichungen, wie folgt:

$$0 = -0''{,}69 + (39) + (36) \quad | \cdot \text{VII}^b$$

$$0 = \quad + (37) + (40) + (46) \quad | \cdot \text{VIII}$$

$$0 = \quad + (41) + (47) + (42) \quad | \cdot \text{IX}$$

$$0 = \quad + (44) + (48) + (49) \quad | \cdot \text{X}$$

$$0 = +8''{,}31 + (38) + (43) + ((40) - (41)) \quad | \cdot \text{XI}$$

$$0 = -39''{,}714 + 5{,}381\,(32) + 5{,}381\,(33) + 5{,}381\,(34) + 4{,}091\,(36) + 4{,}091\,(37) + 0{,}699\,(39) - 1{,}062\,(40) + 0{,}187\,(46) \quad | \cdot \text{XXI}^b$$

$$0 = -177''{,}877 - 4{,}495\,(32) + 5{,}381\,(33) + 5{,}381\,(34) - 0{,}568\,(36) + 4{,}091\,(37) - 4{,}659\,(38) + 1{,}111\,(42) + 1{,}111\,(43) - 4{,}186\,(46) + 4{,}186\,(47) \quad | \cdot \text{XXII}$$

$$0 = +94''{,}273 - 1{,}838\,(37) + 1{,}766\,(38) + 4{,}066\,(40) - 5{,}836\,(41) + 4{,}186\,(46) - 4{,}236\,(47) \quad | \cdot \text{XXIII}$$

$$0 = +12''{,}937 + 1{,}224\,(32) - 6{,}699\,(33) + 0{,}240\,(34) + 1{,}224\,(36) + 1{,}948\,(37) - 0{,}724\,(38) - 0{,}724\,(42) - 0{,}724\,(43) + 1{,}948\,(46) - 1{,}948\,(47) \quad | \cdot \text{XXIV}$$

$$0 = +4''{,}606 - 1{,}003\,(32) - 1{,}003\,(33) - 1{,}003\,(36) - 1{,}919\,(37) + 0{,}916\,(38) - 1{,}770\,(41) + 1{,}548\,(42) + 0{,}916\,(43) - 1{,}919\,(46) \quad | \cdot \text{XXV}$$

$$0 = +1893''{,}251 + 102{,}932\,(32) + 102{,}932\,(33) + 102{,}932\,(36) + 102{,}016\,(37) + 0{,}916\,(38) + 0{,}916\,(42) + 0{,}916\,(43) + 102{,}016\,(46) - 102{,}016\,(47) - 84{,}031\,(48) - 82{,}837\,(49) \quad | \cdot \text{XXVI}$$

$$0 = -31''{,}915 - 2{,}431\,(32) - 2{,}431\,(33) - 2{,}431\,(36) - 2{,}431\,(37) - 2{,}431\,(46) + 2{,}431\,(47) + 2{,}431\,(48) - 1{,}058\,(53) + 2{,}959\,(54) \quad | \cdot \text{XXVII}$$

$$0 = +284''{,}769 + 18{,}901\,(32) + 18{,}901\,(33) + 18{,}901\,(36) + 17{,}985\,(37) + 0{,}916\,(38) + 0{,}916\,(42) + 0{,}916\,(43) + 17{,}985\,(46) - 17{,}985\,(47) + 1{,}974\,(54) - 28{,}290\,(55) \quad | \cdot \text{XXVIII}$$

$$0 = +18''{,}179 - 13{,}601\,(32) - 13{,}601\,(33) - 13{,}601\,(36) - 13{,}601\,(37) - 13{,}601\,(46) + 13{,}601\,(47) + 13{,}601\,(48) + 13{,}601\,(49) + 13{,}601\,(50) - 1{,}602\,(52) - 1{,}082\,(53) - 1{,}082\,(54) \quad | \cdot \text{XXIX}$$

Digitized by Google

$$0 = +9''{,}291 + 2{,}530(32) + 2{,}530(33) + 2{,}530(36) + 2{,}530(37) + 2{,}530(46) - 2{,}530(47) - 2{,}530(48) - 2{,}530(49) - 2{,}530(50) - 1{,}170(51) - 3{,}756(52) - 2{,}530(53) - 2{,}530(54) \quad \cdot \mathbf{XXX}$$

Relationen zwischen den Verbesserungen (32), (33) .... *und den Factoren VII^b, VIII ....*

	VII^b	VIII	IX	X	XI	XXI^b	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
0 = (32)	—	—	—	—	—	+5,381	−4,495	—	+1,224	−1,003	+102,932	− 2,431	+ 18,901	−13,601	+2,530
0 = (33)	—	—	—	—	—	+5,381	+5,381	—	−6,699	−1,003	+102,932	− 2,431	+ 18,901	−13,601	+2,530
0 = (34)	—	—	—	—	—	+5,381	+5,381	—	+0,240	—	—	—	—	—	—
0 = (36)	+ 1	—	—	—	—	+4,091	−0,568	—	+1,224	−1,003	+102,932	− 2,431	+ 18,901	−13,601	+2,530
0 = (37)	—	+ 1	—	—	—	+4,091	+4,091	−1,836	+1,948	−1,919	+102,016	− 2,431	+ 17,985	−13,601	+2,530
0 = (38)	—	—	—	—	+ 1	—	−4,650	+1,766	−0,721	+0,916	+ 0,916	—	+ 0,916	—	—
0 = (39)	+ 1	—	—	—	—	+0,699	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0 = (40)	—	+ 1	—	—	+ 1	−1,062	—	+1,066	—	—	—	—	—	—	—
0 = (41)	—	—	+ 1	—	− 1	—	—	−5,836	—	−1,770	—	—	—	—	—
0 = (42)	—	—	+ 1	—	—	—	+1,111	—	−0,724	+1,548	+ 0,916	—	+ 0,916	—	—
0 = (43)	—	—	—	—	+ 1	—	+1,111	—	−0,724	+0,916	+ 0,916	—	+ 0,916	—	—
0 = (44)	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0 = (46)	—	+ 1	—	—	—	+0,187	−4,186	+4,186	+1,948	−1,919	+102,016	− 2,431	+ 17,985	−13,601	+2,530
0 = (47)	—	—	+ 1	—	—	—	+1,186	−4,236	−1,948	—	−102,016	+ 2,431	− 17,985	+13,601	−2,530
0 = (48)	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	− 84,031	+ 2,431	—	+13,610	−2,530
0 = (49)	—	—	—	+ 1	—	—	—	—	—	—	− 82,837	—	—	+13,610	−2,530
0 = (50)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+13,610	−2,530
0 = (51)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−1,170
0 = (52)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	− 1,602	−3,756
0 = (53)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	− 1,058	—	− 1,082	−2,530
0 = (54)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 2,959	+ 1,971	− 1,082	−2,530
0 = ½(55)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	− 28,290	—	—

Anmerkung. Da der Winkel in *Ziegenort* zwischen *Stolzenhagen Station* und *Stolzenhagen Thurm*, nur auf einer Einstellung von *Stolzenhagen Thurm* und vier Einstellungen von *Stolzenhagen Station* beruht, so ist der Verbesserung dieses Winkels das Gewicht von ¼ beigelegt worden, während die Gewichte der übrigen gleich 1 angenommen sind

Digitized by Google

Gleichungen zwischen den Factoren.

	X	VII^b	VIII	IX	XI	XXI^b	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
0″ =	+ 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	− 166,866	+ 2,431	0	+ 27,202	− 5,060
− 0,69 =	0	+ 2	0	0	0	+ 4,790	− 0,568	0	+ 1,224	− 1,003	+ 102,932	− 2,431	+ 18,901	− 13,601	+ 2,530
0 =	0	0	+ 3	0	+ 1	+ 3,216	− 0,095	+ 6,414	+ 3,896	− 3,838	+ 201,032	− 4,862	+ 35,970	− 27,202	+ 5,060
0 =	0	0	0	+ 3	− 1	0	+ 5,297	− 10,072	− 2,672	− 0,222	− 101,100	+ 2,431	− 17,069	+ 13,601	− 2,530
+ 8,31 =	0	0	+ 1	− 1	+ 4	− 1,062	− 3,548	+ 11,668	− 1,448	+ 3,602	+ 1,832	0	+ 1,832	0	0
− 39,714 =	0	+ 4,790	+ 3,216	0	− 1,062	+ 121,989	+ 47,351	− 11,054	− 14,830	− 23,107	+ 1965,273	− 46,507	+ 357,676	− 260,201	+ 48,401
− 177,877 =	0	− 0,568	− 0,095	+ 5,297	− 3,548	+ 47,351	+ 154,391	− 51,002	− 47,527	− 1,667	− 406,230	+ 9,631	− 73,215	+ 53,900	− 10,027
+ 94,273 =	0	0	+ 6,414	− 10,072	+ 11,668	− 11,054	− 51,002	+ 92,555	+ 11,547	+ 7,442	+ 673,292	− 16,006	+ 120,031	− 89,549	+ 16,658
+ 12,937 =	0	+ 1,224	+ 3,896	− 2,672	− 1,448	− 14,830	− 47,527	+ 11,547	+ 60,885	− 5,660	+ 156,629	− 3,875	+ 22,768	− 21,668	+ 4,030
+ 4,606 =	0	− 1,003	− 3,838	− 0,222	+ 3,602	− 23,107	− 1,667	+ 7,442	− 5,660	+ 17,391	− 698,165	+ 16,641	− 122,804	+ 93,126	− 17,324
+ 1893,251 =	− 166,866	+ 102,932	+ 201,032	− 101,100	+ 1,832	+ 1965,273	− 406,230	+ 673,292	+ 156,629	− 698,165	+ 76932,178	− 1608,966	+ 11343,343	− 10632,066	+ 1977,730
− 31,915 =	+ 2,431	− 2,431	− 4,862	+ 2,431	0	− 46,507	+ 9,631	− 16,006	− 3,875	+ 16,641	− 1608,966	+ 51,243	− 263,169	+ 229,391	− 47,859
+ 284,769 =	0	+ 18,901	+ 35,970	− 17,069	+ 1,832	+ 357,676	− 73,215	+ 120,031	+ 22,768	− 122,804	+ 11343,343	− 263,169	+ 5249,631	− 1507,197	+ 271,972
+ 18,179 =	+ 27,202	− 13,601	− 27,202	+ 13,601	0	− 260,201	+ 53,900	− 89,549	− 21,668	+ 93,126	− 10632,066	+ 229,391	− 1507,197	+ 1669,791	− 298,208
+ 9,291 =	− 5,060	+ 2,530	+ 5,060	− 2,530	0	+ 48,401	− 10,027	+ 16,658	+ 4,030	− 17,324	+ 1977,730	− 47,859	+ 271,972	− 298,208	+ 85,488

Werthe der Factoren.

VII^b = − 5,4571
VIII = − 33,2025
IX = + 20,2101
X = + 3,8843
XI = + 14,1501
XXI^b = − 2,6455
XXII = + 1,3993
XXIII = + 3,9810
XXIV = + 2,1733
XXV = − 10,1659
XXVI = + 0,3249
XXVII = + 1,0277
XXVIII = − 0,0039
XXIX = + 1,4715
XXX = − 0,0090

Digitized by Google

Werthe der Verbesserungen.

(32) = − 3,″17	(46) = −11,″39
(33) = + 0,23	(47) = + 5,57
(34) = + 6,18	(48) = + 0,89
(36) = − 6,62	(49) = + 3,00
(37) = +11,34	(50) = −20,04
(38) = − 3,07	(51) = − 0,01
(39) = + 7,31	(52) = + 2,32
(40) = + 0,06	(53) = + 2,66
(41) = − 0,82	(54) = − 1,46
(42) = − 4,75	(55) = − 0,44
(43) = − 5,11	
(44) = − 3,88	

§. 16. Zusammenstellung der verbesserten Winkel.

Die durch die Ausgleichung des Netzes verbesserten Winkel sind der Raumersparnifs wegen (§. 11.) unter der Rubrik: Verbesserte sphärische Winkel, aufgeführt worden.

Digitized by Google

§. 17. Berechnung der horizontalen Entfernungen.

Die Berechnung der Dreiecke ist nach dem *Legendre*'schen Satz geführt worden: die gefundenen Seiten sind daher Erdbögen. Da die sphärischen Winkel der Dreiecke bereits in (§. 11.) angegeben sind, so mufste eine Wiederholung derselben überflüssig erscheinen; es sind daher auch blos die Rechnungswinkel, d. h. die sphärischen Winkel weniger $\frac{1}{3}$ des Excesses, hier aufgeführt worden. Als Grundlinie des ganzen Dreiecksnetzes ist die Seite *Eichberg-Berlin (Marienthurm)* aus den Hauptdreiecken des Generalstabes angenommen worden. Der Logarithmus dieser Entfernung in Toisen ist nach der Königsberger Basis = 4,1952937.

1. *Hauptpunkte.*

Nummer der Dreiecke.	Namen der Dreieckspunkte.	Winkel.	Logar. der gegenüber liegenden Seiten in Toisen.	Controlle.
1.	Spandau Th.	96° 21′ 30″,47	4,1952937	
	Berlin, Marienthurm	56 54 41,97	4,1211293	
	Eichberg, Signal	26 43 47,56	3,8509783	
2.	Kreuzberg, Monument . . .	89 47 59,92	3,8509783	
	Berlin, Marienth.	73 11 57,29	3,8320361	
	Spandau Th.	17 0 2,79	3,3169354	
3.	Bernau Th.	24 12 5,44	3,8509783	
	Berlin, Marienth.	116 10 34,53	4,1912565	
	Spandau Th.	39 37 20,03	4,0428825	
4.	Löhme, Station	69 4 55,89	4,0428825	
	Bernau Th.	90 55 49,33	4,0724348	
	Berlin, Marienth.	19 59 14,78	3,6062821	
5.	Eiche, Station	144 14 9,74	4,0724348	
	Löhme, Station	18 26 53,56	3,8059908	
	Berlin, Marienth.	17 18 56,70	3,7793767	
6.	Kreuzberg, Station	35 53 43,23	3,8059908	
	Berlin, Marienth.	133 9 5,32	3,9009200	
	Eiche, Station	10 57 11,45	3,3166352	

Digitized by Google

Nummer der Dreiecke.	Namen der Dreieckspunkte.	Winkel.	Logar. der gegenüber liegenden Seiten in Toisen.	Controllen.
7.	Werneuchen Th.	57° 47′ 52.″23	4,0428825 № 4.	
	Bernau Th.	96 9 15,28	4.1129132	
	Berlin, Marienth.	26 2 52,49	3,7580091	
8.	Semmelberg, Station . . .	22 51 31,63	3,7580091	
	Werneuchen Th.	113 22 59,35	4,1314432	
	Bernau Th.	43 45 29,02	4,0085256	
9.	Löhme, Station	115 22 31,80	4,1314432	
	Bernau Th.	48 58 55,07	4,0531671	
	Semmelberg, Station	15 38 33,13	3,6062820	№ 4.
10.	Werneuchen Th.	125 32 57,81	4,0531671	
	Löhme, Station	47 14 3,78	4,0085257	№ 8.
	Semmelberg, Station	7 12 58,41	3,2417870	
11.	Britz, Signal	64 25 19,35	4,1314432 № 9.	
	Semmelberg, Station	67 19 31,50	4,1413020	
	Bernau Th.	48 15 9,15	4,0490266	
12.	Pimpenellenberg, Station .	87 12 6,87	4,0490266	
	Semmelberg, Station	51 13 15,85	3,9413989	
	Britz, Signal	41 34 37,28	3,8714783	
13.	Kernberg, Signal	94 2 39,54	3,9413989	
	Pimpenellenberg, Station .	44 38 19,51	3,7892112	
	Britz, Signal	41 19 0,95	3,7621728	
14.	Angermünde Th.	39 29 8,93	3,7621728	
	Kernberg, Signal	108 37 3,93	3,9354496	
	Pimpenellenberg, Station .	31 53 47,14	3,6817435	
15.	Koboldsberg, Station	46 37 35,24	3,9354496	
	Angermünde Th.	77 26 55,33	4,0634759	
	Pimpenellenberg, Station .	55 55 29,43	3,9921692	
16.	Peetzig, Signal	53 28 42,55	3,9354496	
	Angermünde Th.	71 54 58,04	4,0083908	
	Pimpenellenberg, Station .	54 36 19,41	3,9416463	
17.	Blumberg Th.	39 44 21,27	3,9416463	
	Peetzig, Signal	60 23 59,93	4,0752123	
	Angermünde Th.	79 51 38,80	4,1291093	

Digitized by Google

Nummer der Dreiecke.	Namen der Dreieckspunkte.	Winkel.	Logar. der gegenüber liegenden Seiten in Toisen.	Controllen.
18.	Garz Th.	68° 42′ 20,″74	4,1291093	
	Blumberg Th.	76 48 23,70	4,1482032	
	Peetzig, Signal	34 29 15,56	3,9128122	
19.	Blumberg Th.	43 40 9,20	3,9921692 № 15.	
	Koboldsberg, Station	60 0 9,37	4,0752123	№ 17.
	Angermünde Th.	74 19 41,43	4,1212175	
20.	Garz, Station	66 57 17,81	4,1212175	
	Blumberg Th	76 9 22,20	4,1445340	
	Koboldsberg, Station	36 53 19,99	3,9356796	
21.	Garz Th.	117 4 53,24	3,9356796	
	Garz, Station	57 38 20,28	3,9128124	№ 18.
	Blumberg Th.	5 16 46,48	2,9499757	
22.	Klütz, Station	22 34 15,44	3,9356796	
	Garz, Station	134 38 3,22	4,2037837	
	Blumberg Th.	22 47 41,34	3,9397395	
23.	Barnimslow, Windmühle .	121 54 41,73	4,2037837	
	Klütz, Station	40 50 21,82	4,0904837	
	Blumberg Th.	17 14 56,45	3,7470067	
24.	Stettin, Jacobith.	58 25 38,11	3,7470067	
	Barnimslow, Windmühle .	46 8 49,15	3,6745866	
	Klütz, Station	75 25 32,74	3,8023750	
25.	Gollnow Th.	13 44 2,25	3,6745866	
	Stettin, Jacobith.	128 28 57,16	4,1927300	
	Klütz, Station	37 47 0,59	4,0863137	
26.	Barnimslow, Windmühle .	41 32 55,17	3,9128122 № 18.	
	Blumberg Th.	45 19 24,40	3,9430540	
	Garz Th.	93 7 40,43	4,0904836	№ 23.
27.	Liebenow Th.	45 49 18,83	4,0904836	
	Barnimslow, Windmühle .	72 47 32,20	4,2149691	
	Blumberg Th.	61 23 8,97	4,1782848	
28.	Stettin, Jacobith.	62 45 43,18	4,1782848	
	Barnimslow, Windmühle .	95 15 58,05	4,2274909	
	Liebenow Th.	21 58 18,77	3,8023754	

Digitized by Google

Nummer der Dreiecke.	Namen der Dreieckspunkte.	Winkel.	Logar. der gegenüber liegenden Seiten in Toisen.	Controllen.
29.	Stargard, Marienth.	55° 3′ 8″,45	4,2274909	
	Stettin, Jacobith.	66 49 56,15	4,2773330	
	Liebenow Th.	58 6 55,40	4,2428146	
30.	Gollnow Th.	79 24 23,93	4,2428146	
	Stettin, Jakobith.	57 18 54,41	4,1754134	
	Stargard, Marienth.	43 16 41,66	4,0863142	
31.	Stolzenhagen Th.	57 41 37,80	4,1754134	
	Gollnow Th.	92 50 48,51	4,2479151	
	Stargard, Marienth. . . .	29 27 33,69	3,9402456	
32.	Stolzenhagen, Station . . .	56 26 52,31	4,1754134	
	Gollnow Th.	96 1 30,00	4,2521631	
	Stargard, Marienth.	27 31 37,66	3,9193690	
33.	Gr. Stepnitz Th.	58 46 7,40	3,9402456 № 31.	
	Gollnow Th.	63 29 48,18	3,9600170	
	Stolzenhagen Th.	57 44 4,42	3,9353950	
34.	Stolzenhagen, Station . . .	61 39 33,30	3,9353950	
	Gr. Stepnitz Th.	58 1 19,95	3,9193689	№ 32.
	Gollnow Th.	60 19 6,75	3,9297590	
35.	Klütz, Station	26 29 50,49	3,9193689 № 34.	
	Stolzenhagen, Station . . .	123 9 1,46	4,1927305	№ 25.
	Gollnow Th.	30 21 8,05	3,9734434	
36.	Stolzenhagen Th.	47 30 40,53	3,9193690 № 32.	
	Stolzenhagen, Station . . .	129 18 38,03	3,9402457	№ 33.
	Gollnow Th.	3 10 41,44	2,7954928	
37.	Ziegenort, Station	40 57 49,95	3,9193690	
	Stolzenhagen, Station . . .	88 26 31,80	4,1025807	
	Gollnow Th.	50 35 38,25	3,9907335	
38.	Gr. Stepnitz Th.	93 0 42,50	3,9907335	
	Ziegenort, Station	60 12 19,06	3,9297591	№ 34.
	Stolzenhagen, Station . . .	26 46 58,44	3,6451357	
39.	Wollin, Georgenth.	23 19 23,30	3,6451357	
	Ziegenort, Station	75 2 6,04	4,0325470	
	Gr. Stepnitz Th.	81 38 30,66	4,0428948	

Num-

Digitized by Google

Nummer der Dreiecke.	Namen der Dreieckspunkte.	Winkel.	Logar. der gegenüber liegenden Seiten in Toisen.	Controllen.
40.	Gollenberg, Station	42° 38′ 2″,85	4,0428948	
	Ziegenort, Station	58 46 31,23	4,1441424	
	Wollin, Georgenth.	78 35 25,92	4,2034363	
41.	Gollenberg, Station	33 7 35,92	4,0325470 № 39.	
	Wollin, Georgenth.	101 54 49,39	4,2855064	
	Gr. Stepnitz Th.	44 57 34,69	4,1441423	№ 40.
42.	Lebinerberg, Signal	124 0 18,0	4,2855064	
	Gollenberg, Station	36 37 18,0	4,1425889	
	Gr. Stepnitz Th.	19 22 24,0	3,8877322	
43.	Möwenhaken, Windmühle	144 45 52,4	3,8877322	
	Lebinerberg, Signal	7 45 31,5	3,2569442	
	Gollenberg, Station	27 28 36,1	3,7906693	
44.	Swinemünde, Station . . .	62 52 15,68	3,2569442	
	Möwenhaken, Windmühle	101 2 45,91	3,2994414	
	Gollenberg, Station	16 4 58,41	2,7500862	
45.	Hausecke, Königsstraſse . .	135 59 30,06	3,2994414	
	Swinemünde, Station . . .	42 13 44,32	3,2850357	
	Gollenberg, Station	1 46 45,62	1,9496711	

2. *Thürme von Berlin.*

46.	Charlottenburg, Schloſs . .	32° 6′ 57″,1	3,3166352 № 6.	
	Kreuzberg, Station	82 29 37,7	3,5872858	
	Berlin, Marienth.	65 23 25,2	3,5496663	
47.	Dreifaltigkeit Th.	92 37 25,5	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	22 47 59,3	3,1384076	
	Krenzberg, Station	64 34 35,2	3,5058861	
48.	Dom Th.	71 16 18,8	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	30 40 7,5	3,2809251	
	Kreuzberg, Station	78 3 33,7	3,5637919	
49.	Gensd'armen Th. französich	82 33 35,2	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	26 6 44,0	3,1969200	
	Kreuzberg, Station	71 19 40,8	3,5298565	

Digitized by Google

Nummer der Dreiecke.	Namen der Dreieckspunkte.	Winkel.	Logar. der gegenüber liegenden Seiten in Toisen.	Controllen.
50.	Geusd'armen Th. deutsch .	82° 52′ 49,″9	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	24 33 27,1	3,1717102	
	Kreuzberg, Station	72 33 43,0	3,5325950	
51.	Sophien Th.	69 30 11,7	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	36 33 20,5	3,3530270	
	Kreuzberg, Station	73 56 27,8	3,5607828	
52.	Nicolai Th.	65 28 58,3	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	28 55 21,5	3,2752143	
	Kreuzberg, Station	85 35 40,2	3,5894175	
53.	Parochial Th.	60 20 47,2	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	29 17 48,0	3,3002335	
	Kreuzberg, Station	90 21 24,8	3,6106217	
54.	Berlin, Schloſs, Krone . .	71 35 14,6	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	28 26 40,0	3,2503751	
	Kreuzberg, Station	79 58 5,4	3,5657976	
55.	Jerusalemer Th.	75 38 32,7	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	19 47 0,3	3,0929615	
	Kreuzberg, Station	84 34 27,0	3,5614966	
56.	Georgen Th.	58 7 50,1	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	33 33 18,4	3,3631488	
	Kreuzberg, Station	88 18 51,5	3,6204409	
57.	Kloster Th.	60 44 7,0	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	30 22 42,0	3,3128648	
	Kreuzberg, Station	88 53 11,0	3,6088832	
58.	Waisenhaus Th.	58 7 7,6	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	28 8 19,0	3,2942641	
	Kreuzberg, Station	93 44 33,4	3,6197573	
59.	Katholische Kirche	78 53 49,4	3,5496663	
	Charlottenburg, Schloſs . .	27 33 29,3	3,2231232	
	Kreuzberg, Station	73 32 41,3	3,5397095	
60.	Dreifaltigkeit Th.	133 7 17,44	3,3166352 № 6.	
	Kreuzberg, Station	17 55 2,50	2,9414183	
	Marienthurm	28 57 40,06	3,1384077	№ 47.

Digitized by Google

Nummer der Dreiecke.	Namen der Dreieckspunkte.	Winkel.	Logar. der gegenüber liegenden Seiten in Toisen.	Controllen.
61.	Sternwarte, Station	51° 35′ 9,″75	2,9414183	
	Dreifaltigkeit Th.	100 24 30,50	3,0401500	
	Marienthurm	28 0 19,75	2,7190434	
62.	Sternwarte, Station	130 26 37,0	3,1384077 № 59.	
	Dreifaltigkeit Th.	32 42 45,0	2,9897321	
	Kreuzberg, Station	16 50 38,0	2,7190435	

3. *Nebenpunkte.*

Nummer der Dreiecke.	Namen der Dreieckspunkte.	Winkel.	Logar. der gegenüber liegenden Seiten in Toisen.	Grundlinien.
63.	Kreuzberg, Monument . . .	35° 45′ 19,″46	3,8059908	№ 5.
	Berlin, Marienth.	133 19 16,35	3,9011797	
	Eiche, Station	10 55 24,19	3,3169360	
64.	Blumberg Th.	31 40 19,1	3,8059908	№ 5.
	Eiche, Station	134 3 2,2	3,9423488	
	Berlin, Marienth.	14 16 38,7	3,4778086	
65.	Eiche Th.	168 5 1,0	3,4778086	№ 64.
	Eiche, Station	9 50 23,0	3,3956090	
	Blumberg Th.	2 4 36,0	2,7220712	
66.	Falkenberg Th.	109 35 9,1	3,9011797	№ 63.
	Eiche, Station	58 40 4,5	3,8586076	
	Kreuzberg, Monument . . .	11 44 46,4	3,2357938	
67.	Weesow Th.	42 13 21	3,6062821	№ 4.
	Bernau Th.	13 59 33	3,1623525	
	Löhme, Station	123 47 6	3,6985744	
68.	Blumberg Th.	55 44 29,45	3,6062821	№ 4.
	Löhme, Station	82 19 41,12	3,6851309	
	Bernau Th.	41 55 49,43	3,5139602	
69.	Tornow, Signal	118 45 32,5	3,6862921	Oderver-messung.
	Freienwalde, Belvedere . .	37 52 5,0	3,5315243	
	Pimpenellenberg. Station .	23 22 22,5	3,3419430	

Digitized by Google

Nummer der Dreiecke.	Namen der Dreieckspunkte.	Winkel.	Logar. der gegenüber liegenden Seiten in Toisen.	Grundlinien.
70.	Oderberg Th.	110° 12′ 47″,5	3,5315266	№ 69.
	Pimpenellenberg, Station .	53 21 3,75	3,4634734	
	Tornow, Signal	16 26 8,75	3,0108271	
71.	Stand *A* an der Oder . . .	20 40 47	3,0108271	№ 70.
	Oderberg Th.	154 31 24	3,0964888	
	Pimpenellenberg, Station .	4 47 49	2,3852101	
72.	Stand *B* an der Oder . . .	114 7 39	2,3852101	№ 71.
	Stand *A* an der Oder . . .	34 58 18	2,1831960	
	Oderberg Th.	30 54 3	2,1354274	
73.	Pegel bei Oderberg	44 22 50	2,1354274	№ 72.
	Stand *A* an der Oder . . .	26 26 55	1,9394341	
	Stand *B* an der Oder . . .	109 10 15	2,2659109	
74.	Koboldsberg, Station	30 19 32,7	3,3861587	Oderver-
	Schwedt Th.	22 42 33,7	3,2695909	messung.
	Hohen-Krānich Th.	126 57 53,6	3,5854888	
75.	Klütz Th.	16 11 51,8	3,9397395	№ 22.
	Klütz, Station	163 34 5,3		
	Garz, Station	0 14 2,9	2,1055582	
76.	Poelitz Th.	142 2 3,79	3,9297590	№ 34.
	Gr. Stepnitz Th.	12 13 26,44	3,4665422	
	Stolzenhagen, Station . . .	25 44 29,77	3,7785539	
77.	Stand: Enge-Oderkrug . .	103 14 40	3,4665422	№ 76.
	Poelitz Th.	50 55 7	3,3682524	
	Stolzenhagen, Station . . .	25 50 13	3,1175489	
78.	Neuendorf Th.	115 46 24,5	3,9907335	№ 38.
	Ziegenort, Station	8 14 45,5	3,1928589	
	Stolzenhagen, Station . . .	55 58 50,0	3,9547290	
79.	Ziegenort Th.	122 28 36,98	3,9907335	№ 38.
	Ziegenort, Station	53 32 30,84	3,9700065	
	Stolzenhagen, Station . . .	3 58 52,18	2,9061306	

Digitized by Google

III. Höhenmessung.

§. 18. Theorie.

Der Herr Geheime Rath *Bessel* hat (Gradmessung in Ostpreufsen Seite 193) bereits die nothwendigen Formeln zur Berechnung eines trigonometrischen Nivellements gegeben; es würde daher streng genommen hier nur nöthig sein darauf hinzuweisen. Da es aber manchem Leser angenehm sein dürfte, hier alles beisammen zu finden, so wird es nicht unzweckmäfsig erscheinen, wenn ich die dort gegebenen Ausdrücke hier wiederhole, und in Bezug auf praktische Anwendung möglichst zu erweitern suche.

Bezeichnet man die Höhen zweier Punkte A und B über der Meeresfläche durch h und h' (Fig I.); ihre gegenseitigen Zenithdistancen durch z und z'; die Strahlenbrechung in A durch Δz, die in B durch $\Delta z'$, so ist die Zenithdistance der A mit B verbindenden geraden Linie in $A = z + \Delta z$; die Zenithdistance derselben Linie in $B = z' + \Delta z'$. Nennt man ferner den Winkel, den die beiden durch A und B gehenden Lothlinien an ihrem Durchschnittspunkt*) mit einander machen C, und den Krümmungsradius r, so hat man in dem ebenen Dreieck ABC die drei Winkel

$$\begin{aligned} ABC &= 180^0 - z' - \Delta z' \\ BAC &= 180 - z - \Delta z \\ BCA &= C \end{aligned}$$

ihre Summe $180^0 = 360^0 + C - (z' + \Delta z' + z + \Delta z)$

oder $z' + \Delta z' + z + \Delta z = 180^0 + C$ . . . . . 1.

*) Obgleich ein Durchschnitt zweier Lothlinien auf dem Erdellipsoid in aller Strenge nur bedingungsweise stattfindet, so wird doch mit Rücksicht darauf, dafs die Breitendifferenz zweier von einander sichtbaren Punkte nicht grofs sein kann, der Fehler unberücksichtiget bleiben können. Dies wird anschaulich, wenn man sich die beiden Punkte auf einer Kugelfläche denkt, deren Radius dem mittleren Krümmungsradius der, beide Punkte verbindenden Linie gleich ist.

Digitized by Google

Setzt man $\Delta z' + \Delta z = kC$, so nennt *Gaufs* den Werth von k den Coefficienten der Strahlenbrechung (die französischen Gelehrten verstehen in der Regel unter diesem Coefficienten $\frac{1}{2}k$), welcher in den Winkel am Centrum multiplicirt, die Summe der Brechungswinkel an den Endpunkten der Linie AB angiebt. Führt man kC in die Gleichung 1. ein, so folgt

$$z' + z - 180 = (1-k)C$$

Wenn nun C einen kleinen Winkel und s dessen Bogen bedeutet, so ist $C = \frac{s\omega}{r}$, wobei $\omega = 206264{,}8''$ ist, und man erhält

$$(z' + z - 180)\frac{r}{s\omega} = 1 - k \ldots\ldots 2.$$

Diese Gleichung giebt den Coefficienten der Strahlenbrechung aus der Entfernung und den gegenseitig gleichzeitig beobachteten Zenithdistancen, und mithin auch die Summe der beiden Brechungswinkel.

Wenn ϱ und ϱ' die Krümmungshalbmesser im Meridian und senkrecht darauf bezeichnen, so ist

$$\frac{\omega}{\varrho} = \frac{\omega\sqrt{(1-ee\,\mathrm{Sin}\,\varphi^2)^3}}{a(1-ee)}$$

$$\frac{\omega}{\varrho'} = \frac{\omega\sqrt{(1-ee\,\mathrm{Sin}\,\varphi^2)}}{a}$$

wo φ die Polhöhe des Punktes für welchen die Krümmungshalbmesser gesucht werden, a die grofse Axe und e die Excentricität der Erde bedeuten. Ferner ist für ein Azimuth α

$$\frac{\omega}{r} = \frac{\omega}{\varrho}\,\mathrm{Cos}\,\alpha^2 + \frac{\omega}{\varrho'}\,\mathrm{Sin}\,\alpha^2$$

Den mittleren Krümmungsradius einer Linie erhält man, wenn man die Polhöhe und das Azimuth ihrer Mitte anwendet.

Die beiden Seiten des Dreiecks $r+h$ und $r+h'$ nebst dem eingeschlossenen Winkel C geben ferner

$$2r+h'+h : h'-h = \mathrm{Cotg}\,\tfrac{1}{2}C : \mathrm{tang}\,\tfrac{1}{2}(z'+\Delta z'-z-\Delta z)$$

denn es ist

$$\tfrac{1}{2}(BAC-ABC) = \tfrac{1}{2}(z'+\Delta z'-z-\Delta z)$$

daher

$$h'-h = \left(1+\frac{h'+h}{2r}\right)2r\,\mathrm{tang}\,\tfrac{1}{2}C\,\mathrm{tang}\,\tfrac{1}{2}(z'+\Delta z'-z-\Delta z) \ldots\ldots 3.$$

Digitized by Google

Setzt man in diese Gleichung successive die Werthe von $z'+\Delta z'$, und $-z-\Delta z$, wie sie sich aus Gleichung 1. ergeben, so erhält man, weil sowohl $\text{tang}(90+\alpha)$ als auch $\text{tang}(\alpha-90) = -\text{cotg}\,\alpha$ ist:

$$h'-h = \left(1+\frac{h'+h}{2r}\right) 2r \,\text{tang}\,\tfrac{1}{2}C\,\text{cotg}\,(z+\Delta z-\tfrac{1}{2}C) \quad \ldots\ 4.$$

$$h-h' = \left(1+\frac{h'+h}{2r}\right) 2r \,\text{tang}\,\tfrac{1}{2}C\,\text{cotg}\,(z'+\Delta z'-\tfrac{1}{2}C) \quad \ldots\ 5.$$

Aus diesen beiden Gleichungen kann die Brechung des Strahls an jedem Endpunkt, oder jeder der beiden Werthe Δz und $\Delta z'$ für sich bestimmt werden, sobald die Höhen beider Punkte, ihre Entfernung und die gleichzeitig gegenseitig gemessenen Zenithdistancen bekannt sind. Punkte in der Nähe der Meeresküste, deren Höhen vom Strande aus unabhängig von einander abnivellirt werden können, eignen sich zur Lösung dieser Aufgabe. Aus Gleichung 3. kann in diesem Fall auch die Differenz der Brechungen oder $\Delta z'-\Delta z$ gefunden werden, deren Summe schon durch die Gleichung 1. oder 2. gegeben ist.

Alle bisherigen Bestimmungen haben sich lediglich auf den Coefficienten k beschränkt: so lange daher nichts Näheres über die Werthe von $\Delta z'$ nnd Δz bekannt ist, wird man beide einander gleich annehmen müssen; das heifst: man setzt alsdann voraus, dafs die Curve des Lichtstrahls an beiden Enden, mit der Sehne gleiche Winkel mache, welches streng genommen nur dann stattfinden kann, wenn die Dichtigkeiten der Luft an beiden Endpunkten gleich sind. Diese Voraussetzung wird der Wahrheit desto näher kommen je geringer die Höhenunterschiede sind. Man erhält also hiernach:

$$\Delta z' = \Delta z = \frac{k}{2}C$$

Setzt man diesen Werth in die obigen Gleichungen 3. und 4. und überlegt, dafs, wenn h und h' nicht sehr beträchtliche Höhen sind, der erste Faktor mit 1, und $2r$ tang $\frac{1}{2}C$ mit der Entfernung s verwechselt werden können, so gehen diese Gleichungen über in

$$h'-h = s\,\text{tang}\,\tfrac{1}{2}(z'-z) \quad \ldots\ 6.$$

$$h'-h = s\,\text{cotg}\left(z-\frac{1-k}{2}C\right)$$

oder wenn man den Winkel C durch den Bogen, oder die Entfernung s, ausdrückt

$$h'-h = s\,\text{cotg}\left(z-\frac{s\omega}{2r}(1-k)\right) \quad \ldots\ 7.$$

Digitized by Google

Wird nun $z = 90 - e$ gesetzt, wo e die Elevation oder Depression bedeutet, dann wird

$$h' - h = s \operatorname{tang}\left(e + \frac{s\omega}{2r}(1-k)\right)$$

und wenn man die Tangente mit dem Bogen vertauscht

$$h' - h = \frac{se}{\omega} + \frac{s^2(1-k)}{2r} \quad \ldots\ 8.$$

Die Gleichung 6. giebt den Höhenunterschied aus gleichzeitigen gegenseitigen Zenithdistancen unabhängig von der Strahlenbrechung. Wendet man diese Gleichung auf blofs gegenseitige, aber nicht gleichzeitige Zenithdistancen an, so wird vorausgesetzt, dafs die Strahlenbrechung zu den verschiedenen Beobachtungszeiten gleich gewesen sei.

Die Gleichungen 7. und 8. geben den Höhenunterschied aus einseitigen Zenithdistancen, unter Voraussetzung eines bekannten Werthes der Strahlenbrechung. Die Gleichung 8. zeigt aufserdem, dafs die Elevation in einem einfachen, die Strahlenbrechung aber in einem quadratischen Verhältnifs zur Entfernung steht; woraus hervorgeht, dafs jede Änderung der Strahlenbrechung, in der doppelten Entfernung, eine vierfache Höhenänderung zur Folge hat. Hierdurch wird die Erscheinung erklärt, dafs bei wachsender Strahlenbrechung ferne, vorher unsichtbare Höhen oder Gegenstände, hinter näheren zum Vorschein kommen; und dafs umgekehrt, bei abnehmender Strahlenbrechung, ferne, vorher sichtbare Punkte, hinter näheren verschwinden. Ein 10 Meilen entfernter Gegenstand ändert in der Regel, durch die Variation der Strahlenbrechung, seine scheinbare Höhe an einem Tage um mehr als 100 Fufs.

Ist in einem Punkte A die Zenithdistance des Meereshorizontes beobachtet worden, dann wird die Linie AB eine Tangente und daher $h' = 0$, $z' = 90°$. Mit diesen Werthen erhält man

aus Gleichung 2. $1 - k = \frac{r}{s\omega}(z - 90) \quad \ldots\ 9.$

aus Gleichung 7. $-h = s \operatorname{cotg}\left(z - \frac{s\omega}{2r}(1-k)\right) \quad \ldots\ 10.$

Wird nun der Werth von z aus Gleichung 9. in die Gleichung 10. gesetzt dann ist

$$-h = s \operatorname{cotg}\left(\frac{s\omega}{2r}(1-k) + 90\right) = -s \operatorname{tang}\frac{s\omega}{2r}(1-k)$$

oder

Digitized by Google

oder wenn man die Tangente mit dem Bogen vertauscht

$$h = s^2\left(\frac{1-k}{2r}\right) \quad \ldots\ 11.$$

Setzt man den Werth von $1-k$ aus Gleichung 9. in die Gleichung 10. dann wird

$$-h = s \operatorname{cotg} \tfrac{1}{2}(z+90) = s \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(90-z)$$

oder da $z > 90^0$ und tang $\frac{1}{2}(90-z)$ negativ ist, ohne Rücksicht auf die Zeichen

$$h = s \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(z-90)$$

und für s den Werth aus Gleichung 11. gesetzt, giebt

$$h = \frac{2r}{1-k}\operatorname{cotg} \tfrac{1}{2}(z+90)^2 = \frac{2r}{1-k}\operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(z-90^0)^2 = \frac{r}{2(1-k)}\left(\frac{z-90^0}{\omega}\right)^2 \quad \ldots\ 12.$$

Für $z = 90-e$ wird

$$h = \frac{2r}{1-k}\operatorname{cotg}(90-\tfrac{1}{2}e)^2 = \frac{2r}{1-k}\operatorname{tang} \tfrac{1}{2}e^2 = \frac{r}{2(1-k)}\left(\frac{e}{\omega}\right)^2 \quad \ldots\ 13.$$

Vergleicht man die Werthe von h aus Gleichung 11. 12. und 13. so ergiebt sich

$$s = \frac{2r}{1-k}\operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(z-90) = \frac{r}{1-k}\left(\frac{z-90}{\omega}\right) = \frac{-re}{(1-k)\omega} \quad \ldots\ 14.$$

Die Gleichung 11. giebt das Maximum der Entfernung, auf welche man von einer Höhe h den Meereshorizont sehen kann. Man würde diese Gleichung auch erhalten haben, wenn man die Gleichung 8. in Bezug auf s differentiirt, den Differential-Quotienten gleich Null gesetzt, und den dadurch erhaltenen Werth von e in der erwähnten Gleichung 8. substituirt hätte.

Die Gleichungen 12. und 13. dienen entweder zur Bestimmung der absoluten Höhe, wenn die Strahlenbrechung als bekannt angenommen wird; oder zur Bestimmung der Strahlenbrechung, wenn die Höhe anderweitig schon bekannt ist.

Die Gleichung 14. giebt wie Gleichung 11. das Maximum der Entfernung, in Bezug auf den Meereshorizont, aus der Zenithdistance und Strahlenbrechung.

Werden bei einem Nivellement die gegenseitigen und gleichzeitigen Zenithdistancen zwischen zwei auf einander folgenden Stationen mehrfach beobachtet, so können die wahrscheinlichen Fehler der Höhenunterschiede sowohl, wie der absoluten Höhen, auf folgende Weise bestimmt werden:

Digitized by Google

Nennt man M den mittleren Werth von $\frac{1}{2}(z'-z)$ in Gleichung 6., so ist der Fehler jedes einzelnen dieser Werthe

$$v = \tfrac{1}{2}(z'-z) - M$$

Bedeutet nun ε den mittleren, und w den wahrscheinlichen Fehler, so hat man aus der Theorie der Methode der kleinsten Quadrate

$$1. \ldots\ldots \varepsilon\varepsilon = \frac{1}{n}(vv)$$

wo n die Anzahl der Beobachtungen und (vv) die Summe der Quadrate der Fehler v ist.

$$2. \ldots\ldots w = \varepsilon \cdot 0{,}6745$$

Aus diesem Werth von w in Secunden erhält man leicht $w_{,}$ den wahrscheinlichen Fehler des Höhenunterschiedes zweier Stationen, in dem Maſs der Entfernung s; denn es ist, wenn $\frac{z'-z}{2} = Z$ gesetzt wird, nach Gleichung 6.

$$dh = \frac{s \cdot dZ}{\mathrm{Cos}\, Z^2}$$

Da aber Z stets ein sehr kleiner Winkel ist, so kann $\mathrm{Cos}\, Z = 1$ angenommen werden. Wird $dZ = w$, dann wird $dh = w_{,}$, und man erhält den wahrscheinlichen Fehler des Höhenunterschiedes zweier Stationen

$$w_{,} = \frac{s\,w}{\omega}$$

Sind nun $w_{,}$, $w_{,,}$ ..... die wahrscheinlichen Fehler der Höhenunterschiede der einzelnen Stationen, so ist der wahrscheinliche Fehler der absoluten Höhe jeder Station

$$W = \sqrt{(w_{,} w_{,} + w_{,,} w_{,,} + \cdots)}$$

Aufgaben.

1. Aus Gleichung 11. erhält man, wie schon oben erwähnt wurde, die Entfernung, wie weit man von einer gegebenen Höhe bei einer bekannten Strahlenbrechung ins Meer hinaussehen kann. Eben so leicht läſst sich auch die Aufgabe lösen: wie weit zwei gegebene Höhen h und h' von einander gesehen werden können, wenn kein anderes Hinderniſs als das Meer dazwischen liegt.

Es seien s und s' die Maxima der Entfernungen welche mit den Hö-

Digitized by Google

hen h und h' korrespondiren; dann ist die gesuchte Entfernung $S = s + s'$ und man erhält aus Gleichung 11.

$$\text{A.} \ldots\ldots S = \sqrt{\frac{2r}{1-k}} \left\{ \sqrt{h} + \sqrt{h'} \right\}$$

und wenn man die Werthe von s aus Gleichung 14. nimmt.

$$\text{B.} \ldots\ldots S = \frac{2r}{1-k} \left\{ \tang \tfrac{1}{2}(z-90°) + \tang \tfrac{1}{2}(z'-90°) \right\} = \frac{r}{(1-k)\omega} \left\{ z + z' - 180° \right\}$$
$$= \frac{-r}{(1-k)\omega} \left\{ e + e' \right\}$$

Der letztere Werth wird positiv, weil sowohl e als e' Depressionen sein müssen.

Wenn in der Gegend des niedrigsten Punktes der Sehlinie zwischen zwei Höhen H und H', eine andere $h_,$ liegt, und man will die gegenseitige Sichtbarkeit der beiden ersten ermitteln, so darf man nur in der Gleichung A. $h = H - h_,$ und $h' = H' - h_,$ setzen, und die dadurch erhaltene Entfernung mit der wahren vergleichen.

Liegt $h_,$ an einer andern Stelle, z. B. von H in einer Entfernung s, so erhält man aus Gleichung 8. die Zenithdistance e der Gesichtslinie von H nach h'; nämlich $e = \frac{\omega}{s}(h_, - H) - \frac{s\omega}{2r}(1-k)$

Ist nun S die Entfernung zwischen H und H' so findet man für diese, und die eben ermittelte Zenithdistance, eine Höhe H'', welche über $h_,$ hinweg, in der Entfernung S eben anfangen würde sichtbar zu werden; nämlich:

$$H'' - H = \frac{S}{s}(h_, - H) + (S^2 - Ss)\left(\frac{1-k}{2r}\right)$$

Ist nun $H'' < H'$ dann ist die gesuchte Sichtbarkeit vorhanden, ist aber $H'' > H'$ dann ist dieselbe unmöglich.

Anmerkung. Für das Maximum der Sichtbarkeit, wenn kein anderes Hindernifs als die Krümmung der Erde vorhanden ist, findet zwischen Entfernung und Höhe eine höchst einfache Relation statt, welche ich hier mittheile, weil sie für den praktischen Gebrauch äufserst bequem ist. Aus Gleichung 11. hat man $s^2 = \frac{2r}{1-k}h$. Für einen mittleren Krümmungshalbmesser und die *Gaufs*'sche Strahlenbrechung, d. h. $k = 0{,}1306$, geht dieser Ausdruck über in:

$$s^2 = 2743{,}5\,h \text{ in Toisen.}$$

Verwandelt man s in Preufsische Meilen à 2000 Preufsische Ruthen, während h in Toisen bleibt, so wird $s^2 = 0{,}5039\,h$. Setzt man diesen Coefficienten

Digitized by Google

2. Wenn von einem Punkt A die Zenithdistance z nach dem Meereshorizont, und die Zenithdistance z' nach einem Punkt B an der Küste (d. h. wo Wasser und Land sich berühren) gemessen sind, so läfst sich, wenn die Strahlenbrechung als bekannt angenommen wird, h die Höhe des Punktes A, und s' die Entfernung von B, bestimmen.

Für die Beobachtung des Meereshorizontes hat man aus Gleichung 12.

$$-h = -\frac{r}{2(1-k)}\left(\frac{s}{\omega}\right)^2$$

woraus h gefunden werden kann.

Für den Punkt B ist $h' = 0$, man erhält daher aus Gleichung 8.

$$-h = \frac{s's}{\omega} + s'^2\left(\frac{1-k}{2r}\right)$$

wo $s = 90 - z$ und $s' = 90 - z'$.

Setzt man nun beide Werthe von h einander gleich, so folgt

$$s' = \frac{rs'}{\omega(1-k)}\left\{-1 + \sqrt{1 - \frac{s^2}{s'^2}}\right\}$$

Ist die Höhe h anderweitig schon bekannt, dann kann die Entfer-

---

$= 0{,}5$ oder was dasselbe ist, nimmt man die Strahlenbrechung $= 0{,}1237$ an, so erhält man ganz einfach:

$$2s^2 = h$$

wo die Höhe h in Toisen, und die Entfernung s in Preufsischen Meilen ausgedrückt ist. Eben so hat man auch $2s'^2 = h'$ folglich

$$S = s + s' = \sqrt{\frac{h}{2}} + \sqrt{\frac{h'}{2}}$$

wo S die gröfste Entfernung in Meilen ist, auf welche zwei Berge von einander gesehen werden können, deren Höhen h und h' in Toisen bekannt sind; z. B. von zwei Bergen, deren Höhen respektive 50 und 200 Toisen betragen, gestattet der erste eine Aussicht auf 5, der andere eine Aussicht auf 10 Meilen, beide sind also unter einander auf 15 Meilen sichtbar, wenn kein anderes Hindernifs als das Meer dazwischen ist. Man kann auch anstatt der Preufsischen, geographische Meilen setzen, ohne einen für praktische Zwecke erheblichen Fehler zu begehen.

Die hier vorausgesetzte Brechung fällt nach §. 32. des Vormittags zwischen 8 und 9 Uhr, und des Nachmittags zwischen 3 und 4 Uhr. Näher am Mittage wird in der Regel die Sichtbarkeit nicht statt finden, und näher am Morgen oder näher am Abend werden die Höhen über den Horizont hervortreten.

Digitized by Google

nung s' unabhängig von der Strahlenbrechung gefunden werden; denn aus Gleichung 12. ergiebt sich alsdann

$$1 - k = \frac{r}{2h}\left(\frac{e}{\omega}\right)^2$$

und wenn dieser Werth von $1 - k$ in dem Ausdruck für s' substituirt wird, dann erhält man

$$s' = \frac{2h'\omega}{e^2}\left\{-1 + \sqrt{1 - \frac{e^2}{e'^2}}\right\}$$

Es ist leicht einzusehen, dafs auf diese Weise so viel Entfernungen bestimmt werden können, als Zenithdistancen nach Küstenpunkten gemessen wurden. Sind gleichzeitig auch die horizontalen Richtungen dieser Punkte beobachtet worden, so erhält man die Aufnahme einer ganzen Küstenstrecke. Zu bemerken ist hierbei, dafs alle Zenithdistancen nach solchen Küstenpunkten gröfser sein müssen als die Zenithdistance des Meereshorizontes, weil man sonst nicht mehr sicher ist, ob man wirklich den Fufs der Küste gesehen hat. Es geht dies schon aus der Gleichung selbst hervor, denn sobald e' kleiner wird als e, so wird der Ausdruck imaginair. Wird $e' = e$, so ist $s' = \frac{2h\omega}{e}$ und dies ist der entfernteste sichtbare Punkt der Küste. Man findet denselben leicht, wenn man nach vollendeter Beobachtung der Zenithdistance des Meereshorizontes, horizontal mit dem Fernrohr, bei unveränderter Höhenrichtung bis zur Küste herumgeht; vorausgesetzt, dafs nicht nähere vorspringende Landspitzen die Sichtbarkeit verhindern. Dasselbe Verfahren kann man zu der Aufnahme eines jeden mit Bergen umgebenen Landsees benutzen, nur mufs alsdann die Höhe des Standpunktes über dem Niveau des Sees bestimmt, und anstatt h in der Rechnung eingeführt werden.

3. Wenn von einem Standpunkt A die Zenithdistancen nach zwei andern Punkten B und C, deren Entfernungen und Höhen bekannt sind, gemessen wurden, so läfst sich die Höhe des Punktes A unabhängig von der Strahlenbrechung bestimmen, wenn diese in verschiedenen Richtungen als gleich angesehen wird.

Es seien h' und h'' die Höhen von B und C; s und s' die Entfernungen dieser Punkte von A, und z und z' ihre Zenithdistancen. Es soll daraus h die Höhe von A gefunden werden.

Digitized by Google

Man setze $e = 90 - z$; $e' = 90 - z'$ so erhält man aus Gleichung 8.

$$h' - h = \frac{s\,e}{\omega} + s^2\left(\frac{1-k}{2r}\right)$$

$$h'' - h = \frac{s'\,e'}{\omega} + s'^2\left(\frac{1-k}{2r}\right)$$

Aus diesen beiden Gleichungen folgt nun

$$1 - k = \frac{2r}{s^2 - s'^2}\left\{h' - h'' - \frac{s\,e}{\omega} + \frac{s'\,e'}{\omega}\right\} \quad \text{und}$$

$$h = \frac{s^2}{s^2 - s'^2}\left\{\frac{s\,e}{\omega} - h' - \frac{s'^2}{s^2}\left(\frac{s'\,e'}{\omega} - h''\right)\right\}$$

Die letztere Gleichung wird gefunden, wenn man die beiden ersten addirt und darin den Werth von $1 - k$ substituirt.

4. Der vorigen ganz ähnlich ist die Aufgabe: Wenn von zwei bekannten Höhen B und C, die Zenithdistancen nach einem dritten der Lage nach bekannten Punkte A gemessen wurden, die Höhe von A unabhängig von der Strahlenbrechung zu bestimmen.

Es sei die Höhe von	$B = h'$;	die von $C = h''$
die Entfernung	$BA = s'$;	$CA = s''$
die Zenithdistance von	A in $B = z'$;	in $C = z''$
	$90 - z' = e'$;	$90 - z'' = e''$

Es soll daraus k die Strahlenbrechung, und h die Höhe von A bestimmt werden.

In B erhält man die Gleichung $\quad h - h' = \frac{s'\,e'}{\omega} + s'^2\left(\frac{1-k}{2r}\right)$

In C . . . . . $\quad h - h'' = \frac{s''\,e''}{\omega} + s''^2\left(\frac{1-k}{2r}\right)$

und hieraus folgt:

$$1 - k = \frac{2r}{s'^2 - s''^2}\left\{h'' - h' - \frac{s'\,e'}{\omega} + \frac{s''\,e''}{\omega}\right\}$$

$$h = \frac{s'^2}{s'^2 - s''^2}\left\{h'' + \frac{s''\,e''}{\omega} - \left(h' + \frac{s'\,e'}{\omega}\right)\frac{s''^2}{s'^2}\right\}$$

Hierbei wird indessen vorausgesetzt dafs die Refraktionen in B und C gleich gewesen sind, welches selbst bei gleichzeitigen Beobachtungen nicht immer der Fall sein dürfte.

Digitized by Google

5. Sind dagegen an den Stationen B und C Zenithdistancen nach mehreren der Lage nach bekannten Punkten $A, A' \ldots$ gemessen worden, dann können, aufser den Höhen, für je zwei dieser Punkte, die Refraktionen in B und C besonders bestimmt werden, und es fällt die Voraussetzung von 4. fort.

Es sei gegeben

	In B	In C
die Höhe	$\ldots\ldots\ldots\ldots h'$;	$\ldots\ldots\ldots\ldots h''$
die Entfernung	$BA \ldots\ldots s$;	$CA \ldots\ldots s''$
	$BA' \ldots\ldots s'$;	$CA' \ldots\ldots s'''$

gemessen

die Elevation von A,	$90 - z = e$;	$90 - z'' = e''$
— — — A',	$90 - z' = e'$;	$90 - z''' = e'''$

Es sollen bestimmt werden $h_{,}$ und $h_{,,}$ die Höhen von A und A', und k und k' die Refraktionen in B und C.

Aus diesen Data erhält man vier Gleichungen:

In B:

$$h_{,} - h' = \frac{s\,e}{\omega} + s^2\left(\frac{1-k}{2r}\right)$$

$$h_{,,} - h' = \frac{s'\,e'}{\omega} + s'^2\left(\frac{1-k}{2r}\right)$$

In C.

$$h_{,} - h'' = \frac{s''\,e''}{\omega} + s''^2\left(\frac{1-k'}{2r}\right)$$

$$h_{,,} - h'' = \frac{s'''\,e'''}{\omega} + s'''^2\left(\frac{1-k'}{2r}\right)$$

und hieraus folgt:

$$h_{,} = \frac{1}{1 - \frac{s^2 s'''^2}{s'^2 s''^2}}\left\{h' + \frac{s\,e}{\omega} - \left(h'' + \frac{s''\,e''}{\omega}\right)\frac{s^2 s'''^2}{s'^2 s''^2} + \left\{h'' + \frac{s'''\,e'''}{\omega} - h' - \frac{s'\,e'}{\omega}\right\}\frac{s^2}{s'^2}\right\} \ldots 1.$$

$$h_{,,} = \frac{1}{1 - \frac{s^2 s'''^2}{s'^2 s''^2}}\left\{h'' + \frac{s'''\,e'''}{\omega} - \left(h' + \frac{s'\,e'}{\omega}\right)\frac{s^2 s'''^2}{s'^2 s''^2} + \left\{h' + \frac{s\,e}{\omega} - h'' - \frac{s''\,e''}{\omega}\right\}\frac{s'''^2}{s''^2}\right\} \ldots 2.$$

Digitized by Google

$$1-k=\frac{2r}{s^2-s'^2}\left\{h_{,}-h_{,,}-\frac{s\varepsilon}{\omega}+\frac{s'\varepsilon'}{\omega}\right\}\ldots\ldots\ldots\ldots 3.$$

$$1-k'=\frac{2r}{s''^2-s'''^2}\left\{h_{,}-h_{,,}-\frac{s''\varepsilon''}{\omega}+\frac{s'''\varepsilon'''}{\omega}\right\}\ldots\ldots\ldots 4.$$

Es ist hierbei nicht nothwendig, dafs die Beobachtungen in B und C gleichzeitig sind; sie können vielmehr zu ganz beliebigen Zeiten angestellt werden. Vorausgesetzt wird nur, dafs die Strahlenbrechung während der Beobachtungen an einem Punkt sich gleich geblieben ist. Werden die Beobachtungen aber so angeordnet, dafs sie alle auf ein mittleres Zeitmoment fallen, dann erhält man die Höhen auch dann noch richtig, wenn die Veränderungen der Refraktion den Zeiten proportional sind. *) Diese Reduction auf ein mittleres Zeitmoment findet statt, wenn man alle Objekte in gleichen Zeitintervallen zuerst, in der einen Lage des Kreises von links nach rechts, und dann in der andern Lage des Kreises von rechts nach links herum beobachtet; z. B. wenn zu einer Beobachtung 5 Minuten Zeit erforderlich sind, dann erhält man:

Für die Objekte	A,	A',	A'',	A''' . . .
die Beobachtungszeiten mit Kreis links	4ᵘ0′	5′	10′	15′
. . . . . mit Kreis rechts	35	30	25	20′

also für das mittlere Zeitmoment jeder Beobachtung 4ᵘ 17′ 30″.

Wenn ähnliche Beobachtungen von einem zweiten Punkt nach denselben Objekten gemacht worden sind, so kann daraus der Coefficient der Strahlenbrechung so oft bestimmt werden, als die Objekte Verbindungen zu zweien zulassen. Werden diese Coefficienten von gleichen Werthen gefunden, dann geht die Strahlenbrechung der Zeit proportional, sind diese Werthe aber ungleich, dann befolgt die Strahlenbrechung ein anderes Gesetz.

6. Wenn von irgend einem Standpunkte nach einem Objekt, dessen Entfernung bekannt ist, verschiedene auf einander folgende Zenithdistancen genommen werden, so läfst sich zwar die, jeder folgenden Beobachtung zugehörige Veränderung des Coefficienten k, aber nicht der absolute Werth desselben bestimmen.

Es

*) Siehe Gradmessung in Ostpreufsen Seite 176.

Digitized by Google

Es seien ${}_0z$, ${}_1z$, ${}_2z$ . . . die beobachteten Zenithdistancen,
oder ${}_0e$, ${}_1e$, ${}_2e$ . . . die daraus hervorgehenden Elevationen,
k, $k+{}_0\Delta k$, $k+{}_1\Delta k$ . . . die entsprechenden Coefficienten der Strahlenbrechung;

ferner sei h die Höhe des Standpunktes, s die Entfernung und h' die Höhe des Objektes, so erhält man aus Gleichung 8.

$$h'-h=\frac{s\,{}_0e}{\omega}+\frac{s^2}{2r}(1-k)$$

$$h'-h=\frac{s\,{}_1e}{\omega}+\frac{s^2}{2r}(1-k)-\frac{s^2}{2r}{}_0\Delta k$$

$$h'-h=\frac{s\,{}_2e}{\omega}+\frac{s^2}{2r}(1-k)-\frac{s^2}{2r}{}_1\Delta k$$

und hieraus folgen die Veränderungen des Coefficienten der Strahlenbrechung

$${}_0\Delta k=\frac{2r}{s\omega}({}_1e-{}_0e)=\frac{2r}{s\omega}({}_0z-{}_1z)$$

$${}_1\Delta k=\frac{2r}{s\omega}({}_2e-{}_0e)=\frac{2r}{s\omega}({}_0z-{}_2z)$$

Beispiele.

Es ist $\log r = 6{,}51528$ in Toisen; $\log\omega = 5{,}31443$, und k der Coefficient der Strahlenbrechung wird $= 0{,}1306$ angenommen.

1. In einer Entfernung von 30000 Toisen liegen zwei Berge, von denen der erste 100, der zweite 200 Toisen hoch ist; zwischen beiden, 10000 Toisen von dem ersten entfernt, liegt eine dritte Höhe 104,54 hoch: es soll ermittelt werden, ob die beiden ersten Berge unter einander sichtbar sind oder nicht.

$$H''-H=\frac{S}{s}(h_{,}-H)+S^2\left(\frac{1-k}{2r}\right)-Ss\left(\frac{1-k}{2r}\right)$$

$$H=100^{\mathrm{T}};\quad h_{,}=104{,}54;\quad S=30000^{\mathrm{T}};\quad s=10000^{\mathrm{T}}.$$

$\log(h_{,}-H)=0{,}65706$	$\log S^2=8{,}95424$	$\log Ss=8{,}47712_n$
$\log\frac{S}{s}=0{,}47712$	$\log\frac{1-k}{2r}=3{,}12291$	$\log\frac{1-k}{2r}=3{,}12291$
1,13418	2,07715	1,60003$_n$

Digitized by Google

1stes Glied		+ 13,62
2tes	.	+ 119,44
3tes	.	— 39,81
		+ 93,25
	$H =$	+ 100
	$H'' =$	+ 193,25

Da H'' kleiner als 200 Toisen gefunden wurde, so sind beide Berge von einander sichtbar, und von H gesehen, ragt der zweite Berg noch um $6^{\tau},75$ über $h_{,}$ hervor.

2. Auf einer Höhe an der Küste hat man die Zenithdistance des Meereshorizontes $= 90^{0}\ 25'\ 2'',8$ und die Zenithdistance eines Punktes am Strande $= 93^{0}\ 49'\ 52''$ gefunden: es soll die Entfernung des letzteren bestimmt werden.

$$s' = \frac{r\,\varepsilon'}{\omega(1-k)}\left\{-1+\sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{\varepsilon'^2}}\right\}$$

$$\varepsilon = -1502'',8\,;\quad \varepsilon' = -13792''$$

$\log \varepsilon^2 = 6{,}35380$

Cpl. $\log \varepsilon'^2 = 1{,}72076$

$\log \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon'^2} = 8{,}07456$ ..... $+1$ $0{,}011873$

$+0{,}988127 \ldots \log = 9{,}994813$

$\log \sqrt{1-\frac{\varepsilon^2}{\varepsilon'^2}} = 9{,}997407 \ldots -1\ 0{,}994046$

$-0{,}005954 \ldots \log = 7{,}77481_{n}$

$\log \varepsilon' = 4{,}13963_{n}$

$\log \frac{r}{\omega(1-k)} = 1{,}26163$

$\log s' = 3{,}17607$

$s' = 1500$ Tois.

3. In einem Punkte A sind die Zenithdistancen nach zwei andern Punkten B und C gemessen, und respective $= 90^{0}\ 13'\ 42'',9$ und $90^{0}\ 30'\ 44'',9$ gefunden worden. Die Höhe von B ist $= 90^{\tau}$, die von $C = 70^{\tau}$. Die

Digitized by Google

Entfernung von A nach B beträgt 2760$^{\tau}$, die von A nach C 3540$^{\tau}$. Es soll die Höhe von A unabhängig von der Strahlenbrechung gefunden werden.

$$h = \frac{s'^2}{s^2 - s'^2}\left\{\frac{s\,e}{\omega} - h' - \frac{s^2}{s'^2}\left(\frac{s'\,e'}{\omega} - h''\right)\right\}$$

$s = 2760$; $s' = 3540$; $e = -822''{,}9$; $e' = -1844{,}9$; $h' = 90$; $h'' = 70$

$\log(s+s') = 3{,}79934$ $\quad \log s = 3{,}44091$ $\quad \log s' = 3{,}54900$

$\log(s-s') = 2{,}89209_n$ $\quad \log e = 2{,}91535_n$ $\quad \log e' = 3{,}26598_n$

$\log(s^2 - s'^2) = 6{,}69143_n$ $\quad$ Cpl. $\log\omega = 4{,}68557$ $\quad$ Cpl. $\log\omega = 4{,}68557$

$1{,}04183_n$ $\quad 1{,}50055_n \ldots - 31{,}663$

$-h'' = -\ 70$

$\frac{s\,e}{\omega} = -11{,}011$ $\quad \frac{s'\,e'}{\omega} - h'' = -101{,}663$

$-h' = -90$

$-\frac{s^2}{s'^2}\left(\frac{s'\,e'}{\omega} - h''\right) = +61{,}799$ $\quad \log\left(\frac{s'\,e'}{\omega} - h''\right) = 2{,}00716_n$

$-39{,}212 \ldots . 1{,}59342_n$ $\quad \log\frac{s^2}{s'^2} = 9{,}78382$

$1{,}79098_n$

$\log s'^2 = 7{,}09800$

Cpl. $\log(s^2 - s'^2) = 3{,}30857_n$ $\quad -61{,}799$

$\log h = 1{,}99999$

Die Höhe von A . . . . $h = 99{,}998$ Toisen.

Sind die Entfernungen s und s' in Logarithmen gegeben, dann schreibt man den ersten Faktor der Gleichung $\frac{s'^2}{s^2 - s'^2}$ besser $= \frac{1}{\frac{s^2}{s'^2} - 1}$.

4. Auf zwei Stationen B und C, deren Höhen respective 150 und 300 Toisen betragen, sind gleichzeitige Zenithdistancen nach einem der Lage nach bekannten Punkte A genommen worden, und es fand sich: die Zenithdistance von A in $B = 89^{\circ}\ 49'\ 30''$; die Zenithdistance von A in $C = 91^{\circ}\ 54'\ 36''{,}5$. Die Entfernung BA ist $= 3500$ Toisen; die Entfernung $CA = 4200$ Toisen. Es soll daraus die Höhe von A, und die Strahlenbrechung unter der Voraussetzung, dafs sie auf beiden Punkten gleich war, bestimmt werden.

Digitized by Google

Wir haben also:

auf Station B	auf Station C
$h' = 150^{\tau}$	$h'' = 300^{\tau}$
$s' = 3500^{\tau}$	$s'' = 4200^{\tau}$
$e' = 0^{0}\ 10'\ 30''$	$e'' = -\ 1^{0}\ 54'\ 36''{,}5$

$$1 - k = \frac{2r}{s'^2 - s''^2}\left\{h'' - h' - \frac{s'e'}{\omega} + \frac{s''e''}{\omega}\right\}$$

$\log (s' + s'') = 3{,}88649$	$\log s' = 3{,}54407$	$\log s'' = 3{,}62325$
$\log (s' - s'') = 2{,}84510_n$	$\log e' = 2{,}79934$	$\log e'' = 3{,}83737_n$
$\log (s'^2 - s''^2) = 6{,}73159_n$	$\log \frac{1}{\omega} = 4{,}68557$	$\log \frac{1}{\omega} = 4{,}68557$
	$1{,}02898$	$2{,}14619_n$
	$\frac{s'e'}{\omega} = +10{,}69$	$\frac{s''e''}{\omega} = -140{,}02$

$$h'' - h' = +150$$
$$-\frac{s'e'}{\omega} + \frac{s''e''}{\omega} = -150{,}71$$
$$-\ 0{,}71 \ldots\ldots \log = 9{,}85126_n$$
$$\log 2r = 6{,}81631$$
$$\log \tfrac{1}{s'^2 - s''^2} = 3{,}26841_n$$
$$+1$$
$$\log (1-k) = 9{,}93598 \ldots\ldots 0{,}8629$$

Der Coefficient der Strahlenbrechuug . . . . . $k = 0{,}1371$

$$h = \frac{s'^2}{s'^2 - s''^2}\left\{h'' + \frac{s''e''}{\omega} - \left(h' + \frac{s'e'}{\omega}\right)\frac{s''^2}{s'^2}\right\}$$

$h'' + \frac{s''e''}{\omega} = +159{,}98$	$h' + \frac{s'e'}{\omega} = +160{,}69 \ldots \log = 2{,}20599$
$-231{,}40$	$\log \frac{s''^2}{s'^2} = 0{,}15836$
$\{\ \} = -\ 71{,}42 \ldots \log = 1{,}85382_n$	$2{,}36435$
$\log s'^2 = 7{,}08814$	$+231{,}40$
$\log \frac{1}{s'^2 - s''^2} = 3{,}26841_n$	
$\log h = 2{,}21037$	

Die Höhe von A . . . . $h = 162{,}32^{\tau}$

Digitized by Google

5. Als Beispiel zur Berechnung der Aufgabe 5. wollen wir folgende Data annehmen:

	In B.	In C.
gegeben:	k . . . = 180^r	k'' = 300^r
	$BA = s$ = 3500^r	$CA = s''$ = 4200^r
	$BA' = s'$ = 5000^r	$CA' = s'''$ = 5600^r
beobachtet:	Elev. von $A = e$ = 0° 10′ 30″.	e'' = − 1° 29′ 59″,8
	- von $A' = e'$ = 0° 35′ 45″.	e''' = − 0° 42′ 10″,7

gesucht wird: k die Strahlenbrechung in B; k' die Strahlenbrechung in C; $h_{,}$ die Höhe von A; $h_{,,}$ die Höhe von A'.

1. Berechnung von $h_{,}$ nach Formel . . . 1. unter 5.

$\log s$ = 3,54407	$\log s'$ = 3,69897	$\log s''$ = 3,623249	$\log s'''$ = 3,74819
$\log e$ = 2,79934	$\log e'$ = 3,33143	$\log e''$ = 3,732378$_n$	$\log e'''$ = 3,40324$_n$
$\log \frac{1}{\omega}$ = 4,68557	$\log \frac{1}{\omega}$ = 4,68557	$\log \frac{1}{\omega}$ = 4,685575	$\log \frac{1}{\omega}$ = 4,68557
$\log \frac{se}{\omega}$ = 1,02898	$\log \frac{s'e'}{\omega}$ = 1,71597	$\log \frac{s''e''}{\omega}$ = 2,041202$_n$	$\log \frac{s'''e'''}{\omega}$ = 1,83700$_n$
+ 10,690	+ 51,996	− 109,952	− 68,707

$h'' + \frac{s''e''}{\omega}$ = +190,048 . . log = 2,278863

log $\frac{s^2 s'''^2}{s'^2 s''^2}$ = 9,940074

2,218937

+ 165,553

$h'' + \frac{s'''e'''}{\omega}$ = +231,293

$-\left(k' + \frac{s'e'}{\omega}\right)$ = −231,996

− 0,703 . . log = 9,84696$_n$

log $\frac{s^2}{s'^2}$ = 9,69020

9,53716$_n$

1ster Theil $k' + \frac{se}{\omega}$ = + 190,690 — 0,344

2ter Theil . . . . . = − 165,553

3ter Theil . . . . . = − 0,344

+ 24,799 . . log = 1,394434

log $\left(\frac{1}{1 - \frac{s^2 s'''^2}{s'^2 s''^2}}\right)$ = 0,889787

log $h_{,}$ = 2,284221 . . Die Höhe von A od. $h_{,}$ = 192,407

Digitized by Google

2. Berechnung von $h_{,,}$

$h' + \frac{s'c'}{\omega} = 231{,}996 \ldots \log = 2{,}365481$ $\qquad$ $h' + \frac{sc}{\omega} = 190{,}690$

$\log \frac{s^2 s''^2}{s'^2 s''^2} = 9{,}940074$ $\qquad$ $-\left(h'' + \frac{s''c''}{\omega}\right) = -190{,}048$

$2{,}305555$ $\qquad$ $+ \quad 0{,}642 \ldots \log = 9{,}80754$

$+ 202{,}095$ $\qquad$ $\log \frac{s'''^2}{s''^2} = 0{,}24988$

1ster Theil $h'' + \frac{s'''c'''}{\omega} = +231{,}293$ $\qquad$ $0{,}05742$

2ter Theil . . . . . $-202{,}095$

3ter Theil . . . . . $+ \quad 1{,}141$ $\qquad$ $+ 1{,}141$

$+ 30{,}339 \ldots \log = 1{,}482001$

$\log \left(\frac{1}{1 - \frac{s^2 s'''^2}{s'^2 s''^2}}\right) = 0{,}889787$

$\log h_{,,} = 2{,}371788 \ldots$ Die Höhe von A' od. $h_{,,} = 235{,}390$

3. Berechnung von k und k'

$h_{,} - h_{,,} = -42{,}983 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots -42{,}983$

$\frac{s'c'}{\omega} - \frac{sc}{\omega} = +41{,}306$ $\qquad$ $\frac{s'''c'''}{\omega} - \frac{s''c''}{\omega} = +41{,}245$

$- \quad 1{,}677 \ldots \log = 0{,}22453_n$ $\qquad$ $- \quad 1{,}738 \ldots . \log = 0{,}24005_n$

$\log 2r = 6{,}81631 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ $\qquad$ $6{,}81631$

$\log \left(\frac{1}{s^2 - s'^2}\right) = 2{,}89449_n$ $\qquad$ $\log \left(\frac{1}{s''^2 - s'''^2}\right) = 2{,}86264_n$

$\log (1 - k) = 9{,}93533$ $\qquad$ $\log 1 - k' = 9{,}91900$

$1 - k = 0{,}8617$ $\qquad$ $1 - k' = 0{,}8299$

Refraction in B oder $k = 0{,}1383$; $\qquad$ Refraction in C oder $k' = 0{,}1701$

Digitized by Google

§. 19. Geographische Positionen der Stationspunkte, Azimuthe und Krümmungshalbmesser der Nivellementslinien.

Bei Berechnung der Längen und Breiten sind folgende Bestimmungen des Signals *Eichberg*, wie sie aus der Position der *Seeberger Sternwarte* abgeleitet wurden, zum Grunde gelegt.

Breite 52° 18′ 55,″03
Länge 30 46 38,18

Azimuth des *Marienthurmes* in *Berlin* 41° 9′ 11,″75 von Norden über Osten herumgezählt.

Bei Berechnung dieser Positionen so wie der Werthe von $\frac{\omega}{r}$, ist die Abplattung der Erde gleich $\frac{1}{310}$, und die grofse Axe = 3271842^{r} angenommen worden.

Namen der Stationen.	Azimuthe.	Breiten.	Längen.	Werthe von $\frac{\omega}{r}$
Berlin Sternwarte, Stat.	203° 50′ 47,″03	52° 30′ 15,″95	31° 3′ 34,″74	,″ —
Kreuzberg —	60 48 22,87	52 29 19,61	31 2 54,72	0,0630410
Eiche —	36 9 14,85	52 33 23,87	31 14 53,82	0,0629502
Löhme —	59 8 28,92	52 38 30,09	31 21 1,85	0,0630093
Semmelberg —	13 33 12,18	52 44 34,49	31 37 50,14	0,0629530
Pimpenellenberg —	53 15 20,51	52 52 10,47	31 40 51,82	0,0630543
Koboldsberg —	16 59 19,49	52 59 26,00	31 57 1,13	0,0629658
Garz —	38 40 23,56	53 13 27,00	32 4 9,40	0,0630468
Klütz —	8 55 23,49	53 20 35,14	32 13 42,56	0,0630005
Stolzenhagen —	337 21 53,71	53 30 21,09	32 16 16,90	0,0630527
Ziegenort —	323 15 34,76	53 39 50,59	32 9 36,90	0,0630332
Gollenberg —	53 20 32,27	53 53 16,56	31 52 36,89	0,0630014
Swinemünde —	— — —	53 54 31,54	31 55 27,60	—

Der erste Werth von $\frac{\omega}{r}$ bezieht sich auf die Mitte der Seite *Berlin - Kreuzberg* etc. Für die Seite *Berlin (Marienthurm) - Löhme* ist $\frac{\omega}{r}$ = 0,0629648.

Digitized by Google

§. 20. Vergleichung der Instrumente.

Die Untersuchungen welche der Herr Geheime Rath *Bessel* mit dem 15zölligen *Ertel*'schen Theodoliten, bei Gelegenheit der geodätischen Operation in Ostpreufsen vorgenommen, hatten gezeigt, dafs derselbe die wahren Zenithdistancen richtig angiebt (Gradmessung in Ostpreufsen Seite 174); es kam daher nur noch darauf an, den *Gambay*'schen Theodoliten in derselben Beziehung zu prüfen, und mit dem 15zölligen zu vergleichen. Zu diesem Zweck wurden auf der hiesigen *Sternwarte* beide Instrumente dicht neben einander aufgestellt und gegenseitig mit dem einen Fernrohr, das Fadenkreuz des andern beobachtet. Die Summe der auf diese Weise gemessenen Zenithdistancen mufste 180° betragen, wenn der 12zöllige Theodolit ebenfalls die wahren Zenithdistancen angegeben hätte. Das Ergebnifs dieser Untersuchung war:

Anzahl der Beobachtungen.	Zenithdistancen am 15zölligen Theodoliten.	Zenithdistancen am 12zölligen Theodoliten.	Summa.
4	86° 52′ 57″,207	93° 7′ 4″,100	180° 0′ 1″,307
4	86 43 29,658	93 16 32,000	180 0 1,658
4	86 43 20,415	93 16 43,745	180 0 4,160
4	86 45 48,372	93 14 15,525	180 0 3,897
4	86 45 48,745	93 14 15,280	180 0 4,025
4	86 45 33,102	93 14 31,848	180 0 4,950
4	87 42 34,912	92 17 24,613	179 59 59,525
4	87 40 49,858	92 19 13,660	180 0 3,518
4	87 38 43,907	92 21 17,143	180 0 1,050

Mittel aus 36 Beobachtungen 180° 0′ 2″,68

Der *Gambay*'sche Theodolit giebt daher die Zenithdistancen um 2″,68 zu grofs an.

Digitized by Google

§. 21. Mittleres Niveau der Ostsee.

Das mittlere Niveau der Ostsee wurde aus den Pegelbeobachtungen in *Swinemünde* bestimmt, welche seit dem Jahre 1826 mit besonderer Sorgfalt täglich dreimal, des Morgens, Mittags und Abends angestellt werden. Der Normalpegel, mit dem die übrigen sehr genau verglichen sind, befindet sich im Hafen am Bollwerk, ganz nahe bei dem Stationspunkt, und ist auf dem Plan angegeben. Die folgende Übersicht der Beobachtungen von den Jahren 1826 bis 1834 ist aus den Akten der Königl. Ober-Bau-Deputation entnommen und nach monatlichen Mitteln zusammengestellt. Bei den jährlichen Mitteln ist die Anzahl der Beobachtungen berücksichtiget worden.

Jahrgang.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septbr.	Oktober.	Novemb.	Decemb.	Jährlich. Mittel.
1826	2′ 9,″806	3′ 11,″214	3′ 2,″065	3′ 8,″500	3′ 7,″871	3′ 6,″667	3′ 6,″451	3′ 6,″451	3′ 4,″367	3′ 2,″742	3′ 3,″200	3′ 0,″806	3′ 3,″845
1827	3 11,806	3 3,464	3 6,129	3 5,967	3 1,419	3 2,767	3 9,452	3 9,290	3 4,033	3 0,645	3 11,067	3 6,387	3 6,036
1828	3 4,097	3 4,276	3 6,516	3 5,467	3 6,484	3 6,567	3 8,129	3 11,645	3 6,533	3 11,452	3 4,500	3 10,226	3 7,182
1829	3 1,774	3 2,286	3 5,935	3 2,300	3 6,323	3 6,300	3 7,387	3 6,968	3 7,200	3 9,613	3 13,800	3 1,161	3 5,921
1830	2 11,710	2 8,821	3 5,065	3 11,733	3 3,935	3 4,976	3 7,290	3 8,000	3 9,000	3 9,516	3 12,517	3 5,129	3 6,141
1831	3 6,935	3 1,429	3 3,387	3 1,533	3 5,484	3 6,767	3 5,032	3 5,935	3 7,700	3 2,645	3 8,767	3 6,742	3 5,196
1832	3 2,710	3 2,000	2 8,000	3 1,800	3 5,419	3 3,133	3 15,484	3 8,032	3 9,522	3 7,935	3 1,100	3 1,516	3 4,551
1833	3 1,903	3 5,036	2 10,645	2 11,967	3 3,355	3 4,900	3 8,613	3 9,903	3 9,233	2 8,539	3 4,600	3 16,803	3 4,950
1834	3 11,677	3 5,107	3 15,742	3 12,867	3 8,226	3 6,533	3 5,903	3 3,935	3 9,100	3 9,903	3 13,567	3 16,194	3 10,396
Mittel.	3′ 4,″602	3′ 2,″515	3′ 4,″387	3′ 5,″570	3′ 5,″391	3′ 5,″346	3′ 8,″193	3′ 7,″795	3′ 7,″443	3′ 7,″032	3′ 8,″124	3′ 7,″229	3′ 6,″025
			3′ 4,″6						3′ 7,″6				

Das mittlere Niveau der Ostsee findet demnach in *Swinemünde* bei einem Pegelstande von 3 Fuſs 6 Zoll = 0,5636 Toisen Statt, und dies ist der Nullpunkt auf welchen sich das ganze Nivellement bezieht.

Die neunjährigen monatlichen Mittel bieten die auffallende Erscheinung dar, daſs das Niveau der Ostsee in der ersten Hälfte des Jahres um 3 Zoll niedriger ist als in der zweiten Hälfte. Ähnliche Zusammenstellungen der Pegelbeobachtungen welche in andern Häfen der Ostsee gemacht

Digitized by Google

werden, dürften daher in sofern von Interesse sein, als sich vielleicht daraus folgern liefse, ob dieser Erscheinung eine lokale, oder eine allgemeine Ursache zum Grunde liegt.

Das höchste Oderwasser findet im Frühjahr bei dem Eisgange, also in der ersten Hälfte des Jahres Statt. Unter den Windrichtungen in *Swinemünde* ist der Westwind vorherrschend. Bei anhaltender Windstille und wenn die Küste mit Eis belegt ist, bleibt der Pegelstand gewöhnlich unter dem allgemeinen Mittel. Die Temperatur ist in der ersten Hälfte des Jahres geringer als in der zweiten.

Ein nahe liegender Gedanke wäre demnach, den obigen Niveau-Unterschied in der Ausdehnung des Wassers durch die Temperatur zu suchen.

In *Berghaus* Annalen 4. Bd. Seite 323 finden sich die Lufttemperaturen von *Swinemünde* für die Jahre 1827 bis 1830, und daraus erhält man in Verbindung mit der obigen Tabelle folgende Zusammenstellung:

Jahrgang.	Mittlerer Pegelstand.		Mittlere Lufttemperatur.	
	1. Jan. bis 1. Juli.	1. Juli bis ult. Dec.	1. Jan. bis 1. Juli.	1. Juli bis ult. Dec.
1827	3 Fufs 5,259 Zoll	3 Fufs 6,812 Zoll	+ 5°,181 R.	+ 9°,923 R.
1828	3 5,568	3 8,798	+ 5,260	+ 9,135
1829	3 4,153	3 7,688	+ 3,227	+ 8,865
1830	3 3,707	3 8,575	+ 4,080	+ 9,102
	3′ 4″,672	3′ 7″,968	+ 4°,437 R.	+ 9°,256 R.
	Diff. 3,296 Zoll.		Diff. 4°,819 R.	

Über die Temperaturen der Ostsee selbst sind uns keine zureichende Beobachtungen bekannt, wir wollen daher annehmen dafs sie von denen der Luft nicht sehr verschieden sind. Das Wasser dehnt sich zwischen den Temperaturen + 4°,437 R. und + 9°,256 R. um 0,00031991 seines Volumens aus. Nennen wir nun L die Länge einer Wassersäule in Fufsen, welche sich für den obigen Temperatur-Unterschied um 3,296 Zoll ausdehnt, so wird der Werth von L zugleich die mittlere Tiefe der Ostsee geben müssen, wenn unsere Voraussetzungen richtig sind. Die Inhalte zweier Cylinder von gleichen Durchmessern verhalten sich wie ihre Längen, wir haben

Digitized by Google

daher: $L : \frac{3.296}{12} = 1 : 0{,}00031991$ und hieraus folgt $L = 859$ Fufs. Die mittlere Tiefe kann aber höchstens den dritten Theil dieses Werthes betragen, denn die gröfste Tiefe der Ostsee, zwischen Windau und der Südspitze von Gothland beträgt nur 140 Faden oder 840 Preufs. Fufs. Will man demnach das Phänomen durch den Unterschied der Wassertemperatur erklären, so müfste man annehmen, dafs derselbe mindestens doppelt so grofs ist wie der der Luft, welches nicht wahrscheinlich ist. Es geht also hieraus hervor, dafs noch andere Ursachen Theil an dieser Erscheinung haben müssen.

Digitized by Google

§. 22. Höhe des Fernrohrs auf der Station *Swinemünde* und Festlegung des Nullpunktes.

Zur Bestimmung der Höhe des Fernrohrs wurde am Pegel eine Latte befestigt, deren obere Kante nach der verlängerten Scala des Pegels 10 Fufs 3 Zoll mafs, und sich daher nach (§. 21.) 6′ 9″ oder 1,0870 Toisen über dem Niveau der Ostsee befand. Die Entfernung vom Centrum des Instruments bis zur Latte wurde direkt gemessen, und betrug 11,7146 Toisen. Vier Beobachtungen gaben im Mittel die Zenithdistance der oberen Kante der Latte gleich

$$91^{\circ}\ 33'\ 34''{,}54$$

Hieraus folgt:	Höhe des Fernrohrs über der oberen Kante der Latte	0,3190^{T}
	Die obere Kante der Latte über dem Niveau der See	1,0870
	Mithin die Höhe des Fernrohrs über der Ostsee =	1,4060^{T}
	desgl. über dem Boden	0,7107

Das festeste Gebäude in *Swinemünde* ist das dem Commerzien-Rath *Krause* zugehörige Haus, am Eingange der *Königsstrafse;* es ist auf einem starken Rost von eingerammten Pfählen sehr solide aufgeführt, und hat einige Fufse über dem Boden eine granitene Plinte, welche am geeignetesten erschien, eine sichere Marke zur Festlegung des Nullpunktes abzugeben. An der Ecke, welche auf dem Plan mit *k* bezeichnet ist, wurde 0,2058^{T} über der Plinte ein schwarzer Strich gemacht, und von der Station aus die Zenithdistance desselben aus vier Beobachtungen = 89° 58′ 17″,05 gefunden. Die Entfernung vom Instrument bis zu der Ecke ergiebt sich aus Dreieck № 45. (§. 17.).

Hieraus folgt:	Die Höhe des Strichs über dem Fernrohr	0,0444^{T}
	Höhe des Fernrohrs über dem Nullpunkt	1,4060
	Höhe des Strichs über dem Nullpunkt	1,4504
	Der Strich war über der Plinte	0,2058
folglich:	Höhe der Plinte über der Ostsee oder dem Nullpunkt des Nivellements	1,2446^{T}

Digitized by Google

§. 23. Beobachtete Zenithdistancen — Berechnung der Höhen und der Coefficienten der Strahlenbrechung — Wahrscheinlicher Fehler jeder Station.

Aus den Anordnungen 2. und 6. (§. 5.) ergiebt sich ein doppelter Weg zur Ableitung der Zenithdistancen; indem man entweder die nach 6. besonders bestimmten Zenithpunkte, oder nach 2. diejenigen Zenithpunkte anwendet, welche die Umlegungen der Instrumente während der Beobachtungen selbst ergeben. Obgleich beide Bestimmungen der Zenithpunkte keine grofse Übereinstimmung gaben, indem sich häufig Abweichungen von 3 bis 4 Secunden zeigten, die einigemale sogar bis 10 Secunden stiegen (ein Umstand, der wahrscheinlich in der Einwirkung der Sonne seinen Grund hat, welche vermuthlich durch ein einfaches Leinwandzelt nicht hinreichend abgehalten wurde); so entstand doch hieraus kein nachtheiliger Einfluſs auf das Resultat, weil in allen Beobachtungsreihen beide Lagen der Instrumente gleich oft vorkommen, und die entgegengesetzte Lage immer den Fehler vernichtet, welchen die vorhergehende erzeugt. — Nachdem mehrere Zusammenstellungen auf die eine und die andere Weise wirklich vollkommen gleiche Resultate geliefert hatten, blieben später die besonders bestimmten Zenithpunkte ganz unberücksichtigt, und es wurde zur Ableitung der einzelnen Zenithdistancen, ein Mittel aus sämmtlichen Zenithpunkten angewendet, welche jede Reihe für sich ergab. Letzteres geschah aus dem Grunde, weil man nicht annehmen wollte, dafs durch den Transport, und durch das Ein- und Auspacken der Instrumente, der Zenithpunkt unverändert geblieben wäre. Nachdem auf diese Weise aus den Beobachtungen die Zenithdistancen ermittelt waren, wurden sie auf das Centrum der Instrumente reducirt, und die (§. 20.) angeführte Korrektion für den *Gambay*'schen Theodoliten angebracht. Die folgende Zusammenstellung enthält die Zenithdistancen, nach sämmtlichen Reduktionen, zwischen den optischen Axen der Fernröhre, an je zwei zusammengehörigen Stationen, nebst der Berechnung der Höhe, der Strahlenbrechung und des wahrscheinlichen Fehlers.

Digitized by Google

Swinemünde — Gollenberg.

Datum.	Uhrzeit.	z Swinemünde.	z' Gollenberg.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
Juli 29	20m 0t	89° 7′ 29,61	90° 54′ 29,85	+0° 53′ 30,12	+ 1,36	0° 1′ 59,46	
	27	28,42	26,71	29,15	+ 2,33	55,13	
	43	31,22	26,11	27,44	+ 4,04	57,33	
	58	31,22	29,16	28,97	+ 2,51	60,38	
	21 12	27,08	28,47	30,70	+ 0,78	55,55	
	27	24,47	27,88	31,70	− 0,22	52,35	
	41	26,86	28,95	31,05	+ 0,43	55,81	
	53	27,31	27,15	29,92	+ 1,56	54,46	
30	19 24	20,60	23,03	31,21	+ 0,27	43,63	
	33	22,85	25,06	31,11	+ 0,37	47,91	
	44	24,97	32,43	33,73	− 2,25	57,40	
	52	24,97	30,41	32,72	− 1,24	55,38	
	20 1	23,75	27,59	31,92	− 0,44	51,34	
	10	22,80	30,19	33,70	− 2,22	52,99	
	31	28,09	29,07	30,49	+ 0,99	57,16	
	42	27,81	28,40	30,29	+ 1,19	56,21	
	54	27,73	27,07	29,67	+ 1,81	54,80	
	21 3	24,23	28,87	32,32	− 0,84	53,10	
	15	15,52	19,41	31,95	− 0,47	34,93	
	23	24,81	23,04	29,11	+ 2,37	47,85	
31	5 27	25,61	25,28	29,84	+ 1,64	50,89	
	45	24,61	23,52	29,45	+ 2,03	48,13	
	56	17,65	24,69	33,52	− 2,04	42,34	
	6 7	22,15	27,43	32,64	− 1,16	49,58	
	28	17,86	28,21	35,18	− 3,70	46,07	
	19 0	27,01	28,79	30,89	+ 0,59	55,80	
	8	22,87	24,70	30,91	+ 0,57	47,57	
	20	16,41	23,60	33,60	− 2,12	40,01	
	27	24,66	26,52	30,93	+ 0,55	51,18	
	44	20,79	29,39	34,30	− 2,82	50,18	
	52	25,79	29,87	32,04	− 0,56	55,66	
	20 5	21,16	28,96	33,90	− 2,42	50,12	
	14	20,66	29,47	34,40	− 2,92	50,13	
			Mittel	+0° 53′ 31,48	1,54		

Dreieck № 44. $s \operatorname{tang}\left(\frac{z'-z}{2}\right) =$ 31,0282

Centrum des Höhenkreises in *Swinemünde* 1,4060

Centrum des Höhenkreises auf dem *Gollenberge* über der Ostsee 32,4342

dito über dem Erdboden 0,756

Wahrscheinlicher Fehler = 1,3 oder 0,0126

Digitized by Google

Gollenberg — Ziegenort.

Datum.	Uhrzeit.	z Gollenberg.	z' Ziegenort.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
August 3	19ᵘ 2′	90° 11′ 31″,47	90° 2′ 46″,40	−0° 4′ 22″,54	−3″,16	0° 14′ 17″,87	
	8	33,21	51,63	20,79	−4,91	24,84	19ᵘ 14′
	20	33,83	52,15	20,84	−4,86	25,98	0,634 Tb.*)
	26	33,26	49,88	21,69	−4,01	23,14	0,1425
	20 3	37,88	51,88	23,00	−2,70	29,76	
	10	34,94	48,88	23,03	−2,67	23,82	20ᵘ 15′
	23	33,35	55,71	18,82	−6,88	29,06	0,502 Tb.
	26	36,31	54,80	20,75	−4,95	31,11	0,1371
	21 1	37,68	41,74	27,97	+2,27	19,42	
	8	42,43	45,79	28,32	+2,62	28,22	
	19	42,74	51,41	25,67	−0,03	34,15	21ᵘ 28′
	26	38,93	50,15	24,39	−1,31	29,08	0,343 Tb.
	33	40,53	47,07	26,73	+1,03	27,60	0,1369
	39	37,98	49,20	24,39	−1,31	27,18	
	47	42,26	48,53	26,86	+1,16	30,79	
	54	44,16	48,21	27,98	+2,28	32,37	
4	2 51	40,64	54,48	23,08	−2,62	35,12	
	56	46,07	51,62	27,22	+1,52	37,69	
	3 5	43,14	49,53	26,81	+1,11	32,67	
	13	43,43	51,28	26,07	+0,37	34,71	3ᵘ 24′
	23	43,00	50,09	26,46	+0,76	33,09	0,430 Tb.
	28	44,97	50,09	27,44	+1,74	35,06	0,1330
	42	42,13	48,01	27,06	+1,36	30,14	
	50	40,37	48,01	26,18	+0,48	28,38	
	4 8	38,60	48,01	25,29	−0,41	26,61	
	20 59	46,66	50,86	27,90	+2,20	37,52	
	21 6	40,24	47,39	26,43	+0,73	27,63	
	17	42,14	47,62	27,26	+1,56	29,76	21ᵘ 27′
	24	37,41	40,87	28,27	+2,57	18,28	0,346 Tb.
	32	41,78	42,37	29,70	+4,00	24,15	0,1411
	38	37,77	40,87	28,45	+2,75	18,64	
	46	39,68	41,12	29,28	+3,58	20,80	
	53	40,60	37,96	31,32	+5,62	18,56	
			Mittel	−0° 4′ 25″,70	2″,41		

Dreieck № 40. $s \operatorname{tang}\left(\frac{z'-z}{2}\right)$ . . . . . $-20^{T},5780$

Centrum des Höhenkreises auf dem *Gollenberge* . . . . . $+32,4342$

Centrum des Höhenkreises in *Ziegenort* über der Ostsee . . . . . $+11^{T},8562$

dito über dem Erdboden . . . . . $0,738$

Wahrscheinlicher Fehler = 2″,0 oder $0^{T},1549$

*) Tb. bedeutet den halben Tagebogen.

Digitized by Google

Ziegenort — Stolzenhagen.

Datum.	Uhrzeit.	z Ziegenort.	z' Stolzenhagen.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
	u ′	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	″	° ′ ″	
August 10	19 25	89 52 43,15	90 16 23,00	+0 11 49,93	+3,24	0 9 6,15	
	34	45,40	26,49	50,54	+2,63	11,89	19u 39′
	46	38,92	26,65	53,87	−0,70	5,57	0,591 Tb.
	52	37,42	31,04	56,81	−3,64	8,46	0,1118
	20 1	43,18	36,32	56,57	−3,40	19,50	
	6	45,58	35,32	54,87	−1,70	20,90	
	16	42,87	32,75	54,94	−1,77	15,62	
	22	41,65	35,69	57,02	−3,85	17,34	20u 28′
	32	42,84	34,25	55,70	−2,53	17,09	0,482 Tb.
	39	45,84	33,84	54,00	−0,83	19,68	0,0932
	52	49,77	36,48	53,36	−0,19	26,25	
	59	48,27	31,35	51,54	+1,63	19,62	
	21 5	46,77	40,72	56,97	−3,80	27,49	
	11	48,27	34,92	53,33	−0,16	23,19	21u 16′
	20	48,44	40,24	55,90	−2,73	28,68	0,376 Tb.
	28	52,47	40,91	54,22	−1,05	33,38	0,0791
11	2 52	52,73	46,91	57,09	−3,92	39,64	
	58	44,51	41,97	58,73	−5,56	26,48	
	3 6	48,66	37,69	54,51	−1,34	26,35	
	12	48,30	37,70	54,70	−1,53	26,00	3u 24′
	17	46,53	43,10	58,29	−5,12	29,63	0,442 Tb.
	23	45,03	39,24	57,10	−3,93	24,27	0,0878
	32	46,11	30,03	51,96	+1,21	16,14	
	38	46,11	30,06	51,98	+1,19	16,17	
	43	44,47	40,38	57,95	−4,78	24,85	
	49	44,24	33,01	54,39	−1,22	17,25	
	56	43,76	20,75	48,49	+4,68	4,51	
	4 3	41,13	29,83	54,35	−1,18	10,96	
	9	42,03	28,70	53,34	−0,17	10,73	4u 15′
	14	40,53	28,70	54,08	−0,91	9,23	0,558 Tb.
	22	43,11	21,33	49,11	+4,06	4,44	0,1111
	28	43,86	23,00	49,57	+3,60	6,86	
	18 59	31,31	7,06	47,88	+5,29	0 8 38,37	
	19 5	32,66	5,03	46,18	+6,99	37,69	
	15	34,59	7,09	46,25	+6,92	41,68	19u 22′
	20	32,50	10,12	48,81	+4,36	42,62	0,632 Tb.
	25	33,25	10,86	48,81	+4,36	44,11	0,1505
	29	32,14	15,66	51,76	+1,41	47,80	
	36	34,05	17,71	51,83	+1,34	51,76	
	43	34,59	14,14	49,90	+3,27	48,99	
			Mittel	+0 11 53,17	2,80		

Dreieck № 37. s lang $\left(\frac{z'-z}{2}\right)$ . . . . . + 33.8457

Centrum des Höhenkreises in *Ziegenort* . . . . . + 11.8562

Centrum des Höhenkreises in *Stolzenhagen* über der Ostsee . . . . . + 45.7019
dito über dem Haff (§. 27.) . . . . . + 45.7069
dito über dem Erdboden 0.702

Wahrscheinlicher Fehler = 2.4 oder 0.1139

Stolzen-

Digitized by Google

Stolzenhagen — Klütz.

Datum.	Uhrzeit.	z Stolzenhagen.	z' Klütz.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
August 14	5ᵘ 35′	90° 10′ 23″,52	89° 58′ 4″,43	−0° 6′ 9″,55	−0″,50	0° 8′ 27″,95	
	40	21,58	0,68	10,45	+0,40	22,26	5ᵘ 45′
	46	22,72	6,53	8,09	−1,96	29,25	0,770 Tb.
	50	22,02	2,78	9,62	−0,43	24,80	0,1462
	54	23,94	3,84	10,05	0,0	27,78	
	6 0	14,76	1,59	6,59	−3,46	16,35	
	8	15,25	5,49	4,88	−5,17	20,74	
	13	14,26	3,56	5,35	−4,70	17,82	6ᵘ 17′
	18	15,98	57 57,68	9,15	−0,90	13,66	0,842 Tb.
	22	13,46	61,59	5,93	−4,12	15,05	0,1657
	28	12,82	59,62	6,60	−3,45	12,44	
	33	9,49	58,28	5,61	−4,44	7,77	
15	3 12	38,85	58 11,20	13,82	+3,77	50,05	
	18	37,70	6,65	15,53	+5,48	44,35	3ᵘ 31′
	28	35,66	10,38	12,64	+2,59	46,04	0,469 Tb.
	34	28,85	8,88	9,98	−0,07	37,73	0,1210
	43	29,79	6,51	11,64	+1,59	36,30	
	51	27,81	5,81	11,00	+0,95	33,62	
	4 23	37,14	10,26	13,44	+3,39	47,40	
	31	30,49	7,56	11,47	+1,42	38,05	
	39	35,10	4,89	15,10	+5,05	39,99	4ᵘ 40′
	44	32,36	6,52	12,92	+2,87	38,88	0,626 Tb.
	48	28,75	8,20	10,28	+0,23	36,95	0,1237
	53	29,90	7,45	11,22	+1,17	37,35	
	5 3	32,98	8,01	12,49	+2,44	40,99	
	8	25,06	6,51	9,27	−0,78	31,57	5ᵘ 19′
	17	25,56	5,74	9,91	−0,14	31,30	0,714 Tb.
	22	25,12	5,74	9,69	−0,36	30,86	0,1383
	28	24,52	4,14	10,19	+0,14	28,66	
	33	20,45	2,64	8,91	−1,14	23,09	
			Mittel	−0° 6′ 10″,05	2″,10		

Dreieck № 35. $s \tang \left(\frac{z'-z}{2}\right)$ . . . . . $-\overset{\tau}{16},8764$

Centrum des Höhenkreises in *Stolzenhagen* . . . . . $+45,7069$

Centrum des Höhenkreises in *Klütz* über der Ostsee . . . . . $+\overset{\tau}{28},8305$

dito über dem Erdboden . . . . . $0,738$

Wahrscheinlicher Fehler = 1″.8 oder $0,\overset{\tau}{0}821$

Digitized by Google

Klütz — Garz.

Datum.	Uhrzeit.	z Klütz.	z' Garz.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
August 16	18ᵘ 57′	90° 5′ 23,72″	90° 1′ 11,84″	— 0° 2′ 5,94″	— 3,12″	0° 6′ 35,56″	
	19 1	32,56	17,28	7,64	— 1,42	49,84	
	10	43,59	24,49	9,55	+ 0,49	0 7 8,08	
	14	45,25	25,19	10,03	+ 0,97	10,44	
	19	50,68	26,99	11,85	+ 2,79	17,67	
	24	52,56	28,19	12,18	+ 3,12	20,75	19ᵘ 28′
	33	63,81	35,81	14,00	+ 4,94	39,62	0,629 Tb.
	39	64,74	41,64	11,55	+ 2,49	46,38	0,1897
	43	63,08	39,47	11,81	+ 2,75	42,55	
	47	66,29	42,03	12,13	+ 3,07	48,32	
	55	66,48	42,45	12,01	+ 2,95	48,93	
	59	63,27	40,99	11,14	+ 2,08	44,26	
17	18 57	65,58	54,21	5,69	— 3,37	59,79	
	19 2	64,29	49,84	7,22	— 1,84	54,13	
	9	67,90	50,07	8,92	— 0,14	57,97	
	14	66,40	48,86	8,77	— 0,29	55,26	19ᵘ 17′
	18	67,90	52,72	7,59	— 1,47	60,62	0,657 Tb.
	23	65,88	52,09	6,89	— 2,17	57,97	0,1284
	32	66,18	52,31	6,94	— 2,12	58,49	
	43	68,43	51,11	8,66	— 0,40	59,54	
18	3 41	70,32	59,99	5,16	— 3,90	0 8 10,31	3ᵘ 50′
	51	68,22	56,83	5,70	— 3,36	5,05	0,520 Tb.
	59	75,34	57,81	8,76	— 0,30	13,15	0,1074
	4 3	73,84	55,86	8,99	— 0,07	9,70	
	7	74,38	51,36	11,51	+ 2,45	5,74	4ᵘ 26′
	18	70,32	49,67	10,33	+ 1,27	7 59,99	0,620 Tb.
	22	66,65	46,79	9,93	+ 0,87	53,44	0,1203
	50	70,41	50,06	10,17	+ 1,11	60,47	
	55	67,93	57,12	5,41	— 3,65	65,05	
	5 4	66,65	51,40	7,62	— 1,44	58,05	
	8	67,19	50,20	8,50	— 0,56	57,39	5ᵘ 15′
	12	65,69	49,47	8,11	— 0,95	55,16	0,715 Tb.
	16	66,44	51,50	7,47	— 1,59	57,94	0,1347
	23	66,45	44,63	10,91	+ 1,85	51,08	
	28	61,70	45,92	7,89	— 1,17	47,62	
			Mittel	— 0° 2′ 9,06″	1,90″		

Dreieck № 22. $s \tang \left(\frac{z'-z}{2}\right)$ . . . . . — $\overset{\tau}{5},4463$

Centrum des Höhenkreises in *Klütz* . . . . . + 28,8305

Centrum des Höhenkreises in *Garz* über der Ostsee . . . . . + $\overset{\tau}{23},3842$

dito über dem Erdboden 1,044

Wahrscheinlicher Fehler = 1″,6 oder $\overset{\tau}{0},0675$

Digitized by Google

Garz — Koboldsberg.

Datum.	Uhrzeit.	z Garz.	z' Koboldsberg.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
August 20	3″ 37′	89° 54′ 46,35	90° 17′ 56,14	+0° 11′ 34,89	−0,21	0° 12′ 42,49	
	42	50,52	54,05	31,77	+2,91	44,57	3″ 46′
	50	48,32	52,87	32,27	+2,41	41,19	0,517 Tb.
	55	48,53	53,82	32,65	+2,03	42,35	0,1328
	4 0	45,48	54,94	34,73	−0,05	40,42	
	4	43,91	50,74	33,41	+1,27	34,65	4″ 22′
	12	48,10	51,80	31,85	+2,83	39,90	0,601 Tb.
	17	43,29	48,05	32,38	+2,30	31,34	0,1482
	46	32,84	47,05	37,11	−2,43	19,89	
	51	26,05	42,05	38,00	−3,32	8,10	
	5 2	36,23	47,46	35,61	−0,93	23,69	
	6	22,66	42,96	40,15	−5,47	5,62	5″ 14′
	11	22,53	45,57	41,52	−6,84	8,10	0,722 Tb.
	14	25,42	43,71	39,15	−4,47	9,13	0,1693
	23	26,73	46,86	40,06	−5,38	13,59	
	27	21,23	41,61	40,19	−5,51	2,84	
	19 2	44,82	44,03	29,60	+5,08	28,85	
	7	43,62	41,93	29,16	+5,52	25,55	
	15	45,94	45,17	29,61	+5,07	31,11	
	20	48,07	46,67	29,30	+5,38	34,74	
	24	51,53	45,60	27,04	+7,64	37,13	19″ 33′
	28	51,94	46,12	27,09	+7,59	38,06	0,626 Tb.
	38	53,64	48,56	27,46	+7,21	42,20	0,1410
	43	48,62	47,06	29,22	+5,46	35,68	
	47	48,78	46,28	28,75	+5,93	35,06	
	52	52,14	48,37	28,11	+6,56	40,51	
	20 0	51,54	47,54	28,00	+6,68	39,08	
	5	50,67	46,95	28,14	+6,54	37,62	
21	3 39	39,50	56,37	38,44	−3,76	35,87	
	44	38,58	50,37	35,89	−1,21	28,95	3″ 48′
	52	39,34	53,48	37,07	−2,39	32,82	0,524 Tb.
	57	38,74	53,09	37,18	−2,50	31,83	0,1445
	4 2	37,29	54,38	38,54	−3,86	31,67	
	6	35,29	54,58	39,65	−4,97	29,87	4″ 23′
	13	38,70	55,18	38,24	−3,56	33,88	0,606 Tb.
	18	33,86	53,68	39,91	−5,23	27,54	0,1512
	49	31,87	47,00	37,57	−2,89	18,87	
	53	31,56	45,11	36,78	−2,10	16,67	
	5 0	33,75	46,05	36,15	−1,47	19,80	
	7	29,70	46,05	38,17	−3,49	15,75	5″ 13′
	10	29,42	47,98	39,28	−4,60	17,40	0,723 Tb.
	14	28,88	45,34	38,23	−3,55	14,22	0,1626
	21	29,34	48,32	39,49	−4,81	17,66	
	24	28,97	44,96	38,00	−3,32	13,93	
			Mittel	+0° 11′ 34,68	4,02		

Dreieck № 20. $s \tang \left(\frac{z'-z}{2}\right)$ . . . . . + 46,9781

Centrum des Höhenkreises in *Garz* . . . . . + 23,3842

Centrum des Höhenkreises auf dem *Koboldsberge* über der Ostsee . . . . . + 70,3623

dito über dem Erdboden 0,898

Wahrscheinlicher Fehler = 3,39 oder 0,2292

Anmerkung. Die Beobachtungen am Vormittage des 21sten weichen beträchtlich von denen am Nachmittage desselben und des vorhergehenden Tages ab, ohne dafs ein zureichender Grund dafür angegeben werden kann. Am Nachmittage des 21sten wehte ein heftiger Nordostwind.

Digitized by Google

Koboldsberg — Pimpenellenberg.

Datum.	Uhrzeit.	z Koboldsberg.	z' Pimpenellenb.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
August 22	18ᵘ 58′	90° 7′ 40″,58	90° 2′ 23″,46	−0° 2′ 38″,56	−2″,38	0° 10′ 4″,04	
	19 5	42,83	17,16	42,84	+1,90	0.00	
	13	49,80	17,15	46,32	+5,38	6,95	19ᵘ 26′
	20	52,05	22,57	44,74	+3,80	14,62	0,649 Tb.
	24	52,80	27,71	42,54	+1,60	20,51	0,1532
	58	61,05	38,11	41,47	+0,53	39,16	
	20 3	60,46	34,02	43,22	+2,28	34,48	
24	3 41	61,66	35,87	42,90	+1,96	37,53	
	47	58,58	39,62	39,48	−1,46	38,20	
	57	60,85	40,24	40,30	−0,64	41,09	4ᵘ 11′
	4 3	55,60	38,88	38,36	−2,58	34,48	0,587 Tb.
	21	57,89	36,88	40,52	−0,42	34,77	0,1260
	26	59,51	36,88	41,31	+0,37	36,39	
	34	59.25	37,85	40,70	−0,24	37,10	
	39	55,86	40,33	37,77	−3,17	36,19	
	5 16	59,13	40,55	39,29	−1,65	39,68	
	21	53,54	37,72	37,91	−3,03	31,26	
	27	53,39	34,38	39,50	−1,44	27,77	5ᵘ 34′
	33	53,56	29,02	42,27	+1,33	22,58	0,783 Tb.
	36	49,97	30,34	39,82	−1,12	20,31	0,1409
	40	50,12	33,99	38,06	−2,88	24,11	
	46	52,50	30,32	41,09	+0,15	22,82	
	50	46,48	33,69	36,40	−4,54	20,17	
	18 57	48,70	28,49	40,10	−0,84	17,19	
	19 2	50,36	33,69	38,34	−2,60	24,05	
	11	53,92	31,52	41,20	+0,26	25,44	19ᵘ 18′
	16	54,26	34,49	39,89	−1,05	28,75	0,670 Tb.
	20	56,28	32,06	42,11	+1,17	28,34	0,1389
	24	60,19	32,98	43,60	+2,66	33,17	
	32	63,74	30,81	46,47	+5,53	34,55	
	38	56,51	32,51	42,00	+1,06	29,02	
			Mittel	−0° 2′ 40″,94	1″,94		

Dreieck № 15. $s \tang \left(\frac{z'-z}{2}\right)$ . . . . . − 9ᵀ,0306

Centrum des Höhenkreises auf dem *Koboldsberge* . . . . . + 70,3623

Centrum des Höhenkreises auf dem *Pimpenellenberge* über der Ostsee . . . . + 61ᵀ,3317

dito über dem Erdboden . . 0,689

Wahrscheinlicher Fehler = 1″,6 oder 0ᵀ,090

Digitized by Google

Pimpenellenberg — Semmelberg.

Datum.	Uhrzeit.	z Pimpenellenb.	z' Semmelberg.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
Septbr. 7	3ᵘ 25′	89° 53′ 54″,12	90° 13′ 2″,95	+ 0° 9′ 34″,42	+ 0″,07	0° 6′ 57″,07	
	33	52,11	4,69	36,29	— 1,80	56,80	
	38	58,71	4,85	33,07	+ 1,42	63,56	3ᵘ 42′
	47	50,21	6,57	38,18	— 3,69	56,78	0,566 Tb.
	53	50,91	12 59,98	34,53	— 0,04	50,89	0,1118
	58	49,10	65,23	38,07	— 3,58	54,33	
	4 2	48,41	63,52	37,55	— 3,06	51,93	
	12	53,89	63,87	34,99	— 0,50	57,76	
	17	48,77	63,87	37,55	— 3,06	52,64	4ᵘ 30′
	42	51,01	52,62	30,81	+ 3,68	43,63	0,687 Tb.
	47	51,62	52,88	30,63	+ 3,86	44,50	0,1261
	57	57,30	51,46	27,08	+ 7,41	48,76	
	5 3	50,51	50,71	30,10	+ 4,39	41,22	
	7	52,30	49,96	28,83	+ 5,66	42,26	5ᵘ 14′
	12	49,78	51,46	30,84	+ 3,65	41,24	0,798 Tb.
	21	41,65	51,50	34,92	— 0,43	33,15	0,1501
	26	43,89	51,32	33,72	+ 0,77	35,21	
9	19 26	45,48	46,48	30,50	+ 3,99	31,96	
	35	46,70	54,82	34,06	+ 0,43	41,52	19ᵘ 38′
	41	47,02	51,03	32,00	+ 2,49	38,05	0,661 Tb.
	45	54,82	51,78	28,48	+ 6,01	46,60	0,1442
	51	52,14	56,59	32,23	+ 2,26	48,73	
	20 2	45,97	64,48	39,25	— 4,76	50,45	
	7	45,61	65,59	39,99	— 5,50	51,20	
	11	48,85	62,77	36,96	— 2,47	51,62	20ᵘ 18′
	16	49,85	62,77	36,46	— 1,97	52,62	0,559 Tb.
	24	52,48	62,28	34,90	— 0,41	54,76	0,1203
	29	54,00	60,78	33,39	+ 1,10	54,78	
10	18 56	20,66	32,66	36,00	— 1,51	0 5 53,32	
	19 0	27,33	34,28	33,48	+ 1,01	61,61	19ᵘ 8′
	7	17,06	34,27	38,60	— 4,11	51,33	0,741 Tb.
	12	12,49	35,38	41,45	— 6,96	47,87	0,2427
	20	21,93	39,86	38,96	— 4,47	61,79	
			Mittel	+ 0° 9′ 34″,49	2″,93		

Dreieck № 12. $s \tan\left(\frac{z'-z}{2}\right) =$ . . . . . + 20,7175

Centrum des Höhenkreises auf dem *Pimpenellenberge* . . . . . + 61,3317

Centrum des Höhenkreises auf dem *Semmelberge* über der Ostsee . . . . . + 82,0492

dito über dem Erdboden 1,529

Wahrscheinlicher Fehler = 2″,5 oder 0,090

Digitized by Google

Semmelberg — Löhme.

Datum.	Uhrzeit.	z Semmelberg.	z' Löhme.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
Septbr. 11	20ᵘ 31′	90° 14′ 53″,39	89° 55′ 38″,15	− 0° 9′ 37″,62	− 0″,42	0° 10′ 31″,54	
	40	53,20	39,02	37,09	− 0,95	32,22	
	46	51,49	38,78	36,36	− 1,68	30,27	
	51	54,96	42,51	36,22	− 1,82	37,47	
	56	58,87	45,74	36,57	− 1,47	44,61	
	21 6	59,12	46,88	36,12	− 1,92	46,00	
	11	55,22	44,73	35,24	− 2,80	39,95	21ᵘ 4′
	16	53,36	47,42	32,97	− 5,07	40,78	0.447 Tb.
	22	57,91	47,12	35,40	− 2,64	45,03	0,0992
	30	64,29	47,41	38,44	+ 0,40	51,70	
	37	62,10	48,51	36,79	− 1,25	50,61	
12	5 20	33,99	10,33	41,83	+ 3,79	0 9 44,32	
	24	32,65	5,26	43,70	+ 5,66	37,91	5ᵘ 28′
	31	32,64	54 59,61	46,51	+ 8,47	32,25	0,860 Tb.
	35	21,23	62,28	39,48	+ 1,44	23,51	0.1926
	19 21	40,36	55 24,24	38,06	+ 0,02	0 10 4,60	
	26	44,11	26,87	38,62	+ 0,58	10,98	19ᵘ 37′
	36	45,58	29,69	37,94	− 0,10	15,27	0,671 Tb.
	41	47,11	33,33	36,89	− 1,15	20,44	0,1361
	46	47,52	32,21	37,66	− 0,38	19,73	
	51	47,52	29,69	38,91	+ 0,87	17,21	
	20 1	52,67	29,30	41,69	+ 3,65	21,97	
	5	50,67	34,94	37,86	− 0,18	25,61	20ᵘ 13′
	10	50,86	34,64	38,11	+ 0,07	25,50	0,578 Tb.
	14	53,38	38,87	37,26	− 0,78	32,25	0,1169
	22	57,06	35,67	40,69	+ 2,65	32,73	
	27	53,08	39,03	37,03	− 1,01	32,11	
15	3 49	49,38	45,09	32,14	− 5,90	34,47	
	4 12	45,59	30,78	37,41	− 0,63	16,37	4ᵘ 16′
	22	47,81	39,26	34,27	− 3,77	27,07	0,687 Tb.
	26	44,42	39,55	32,44	− 5,60	23,97	0,1230
	30	44,97	33,08	35,94	− 2,10	18,05	
	5 29	24,67	4,26	40,21	+ 2,17	0 9 28,93	5ᵘ 35′
	36	26,88	54 52,72	47,08	+ 9,04	19,60	0,895 Tb.
	40	20,13	58,72	40,70	+ 2,66	18,85	0,2095
			Mittel	− 0° 9′ 38″,04	2″,37		

Dreieck № 9. $s \tang \left(\frac{z'-z}{2}\right)$ . . . . . − 31ᵀ,6739

Centrum des Höhenkreises auf dem *Semmelberge* . . . . . + 82,0492

Centrum des Höhenkreises in *Löhme* über der Ostsee . . . . . + 50ᵀ,3753

dito über dem Erdboden 0.690

Wahrscheinlicher Fehler = 2″,0 oder 0ᵀ,110

Digitized by Google

Löhme — Eiche.

Datum.	Uhrzeit.	z Löhme.	z' Eiche.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
Septbr. 16	4u 38′	90° 11′ 28″,24	89° 53′ 53″,15	−0° 8′ 47″,55	−2″,70	0° 5′ 21″,39	
	42	23,37	53,30	45,03	−5,22	16,67	4u 47′
	52	22,19	45,87	48,16	−2,09	8,06	0,772 Tb.
	57	21,74	45,12	48,31	−1,94	6,86	0,1738
	5 1	18,66	41,84	48,41	−1,84	0,50	
	5	15,78	41,34	47,22	−3,03	4 57,12	
	12	13,37	36,13	48,62	−1,63	49,50	5u 25′
	30	3,37	27,18	48,10	−2,15	30,55	0,873 Tb.
	35	4,93	22,52	51,20	+0,95	27,45	0,2668
	42	3,74	24,71	49,52	−0,73	28,45	
	47	10 54,24	17,96	48,14	−2,11	12,20	
	18 54	11 37,10	48,80	54,15	+3,90	5 25,90	
	58	36,88	47,84	54,52	+4,27	24,72	
	19 7	39,98	51,52	54,23	+3,98	31,50	
	12	34,48	56,62	48,93	−1,32	31,10	
	17	42,10	59,96	51,07	+0,82	42,06	19u 27′
	22	46,12	59,93	53,09	+2,84	46,05	0,709 Tb.
	32	54,25	65,02	54,62	+4,37	59,27	0,0829
	37	46,45	67,29	49,58	−0,67	53,74	
	42	52,38	67,86	52,26	+2,01	60,24	
	46	54,14	70,11	52,01	+1,76	64,25	
	57	59,17	71,49	53,84	+3,59	70,66	
	20 2	51,64	71,31	50,17	−0,08	62,95	
17	3 33	60,89	70,95	54,97	+4,72	71,84	
	39	55,11	70,20	52,45	+2,20	65,31	3u 44′
	48	55,40	70,94	52,23	+1,98	66,34	0,609 Tb.
	55	43,73	64,94	49,40	−0,85	48,67	0,0424
	4 0	44,77	70,94	46,91	−3,34	55,71	
	5	42,61	66,44	48,09	−2,16	49,05	
	16	40,19	63,44	48,37	−1,88	43,63	4u 24′
	23	37,41	59,35	49,03	−1,22	36,76	0,715 Tb.
	28	37,12	59,10	49,01	−1,24	36,22	0,1175
	33	31,88	54,60	48,64	−1,61	26,48	
	42	29,14	49,78	49,68	−0,57	18,92	
	47	26,15	43,78	51,19	+0,94	9,93	
			Mittel	−0° 8′ 50″,25	2″,19		

Dreieck № 5. $s \tang \left(\frac{z'-z}{2}\right)$ . . . . . $-15{,}4680^{\tau}$

Centrum des Höhenkreises in *Löhme* . . . . . $+50{,}3753$

Centrum des Höhenkreises in *Eiche* über der Ostsee . . . . . $+34{,}9073^{\tau}$

dito über dem Erdboden . . . . . $0{,}979$

Wahrscheinlicher Fehler = 1″,9 oder $0{,}055^{\tau}$

Digitized by Google

Eiche — Kreuzberg.

Datum.	Uhrzeit.	z Eiche.	z' Kreuzberg.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
Septbr. 19	3h 25′	90° 3′ 29,96″	90° 3′ 58,32″	+0° 0′ 14,18″	+4,44″	0° 7′ 28,28″	
	30	29,21	58,32	14,56	+4,06	27,53	3h 38′
	39	26,09	55,48	14,69	+3,93	21,57	0.602 Tb.
	57	10,61	47,58	18,49	+0,13	6 58,19	0,1241
	4 4	8,36	50,22	20,93	−2,31	58,58	
	22	7,39	48,18	20,39	−1,77	55,57	4h 23′
	30	4,25	45,34	20,55	−1,93	49,59	0,723 Tb.
	35	2,96	44,21	20,62	−2,00	47,17	0,1763
	18 54	8,53	41,16	16,32	+2,30	49,69	
	58	10,24	48,53	19,14	−0,52	58,77	
	19 12	14,14	51,73	18,80	−0,18	7 5,87	
	17	16,00	49,63	16,81	+1,81	5,63	
	21	16,00	52,70	18,35	+0,27	8,70	19h 29′
	25	20,89	51,78	15,45	+3,17	12,67	0.712 Tb.
	35	23,89	57,03	16,57	+2,05	20,92	0,1323
	40	26,14	58,38	16,12	+2,50	24,52	
	44	32,25	57,41	12,58	+6,04	29,66	
	48	28,55	59,50	15,47	+3,15	28,05	
	57	27,64	61,55	16,96	+1,66	29,19	
	20 2	26,89	56,98	15,04	+3,58	23,87	
20	3 43	17,94	56,69	19,38	−0,76	14,63	
	48	19,26	54,52	17,63	+0,99	13,78	3h 51′
	55	16,52	50,44	16,96	+1,66	6,96	0,643 Tb.
	59	20,11	55,22	17,55	+1,07	15,33	0,1365
	4 3	18,05	51,75	16,85	+1,77	9,80	
	7	15,05	54,97	19,96	−1,34	10,02	
	14	15,46	55,62	20,08	−1,46	11,08	
	18	16,65	55,41	19,38	−0,76	12,06	4h 38′
	33	8,21	51,48	21,64	−3,02	6 59,69	0,770 Tb.
	38	7,69	53,09	22,70	−4,08	60,78	0,1786
	45	4,32	50,32	23,00	−4,38	54,64	
	49	5,59	48,31	21,36	−2,74	53,90	
	53	5,93	43,41	18,74	−0,12	49,34	
	58	2 53,55	41,48	23,96	−5,34	35,03	
	5 5	47,08	33,98	23,45	−4,83	21,06	
	12	35,08	26,62	25,77	−7,15	1,70	
			Mittel	+0° 0′ 18,62″	2,48″		

Dreieck № 6. s lang $\left(\frac{z'-z}{2}\right)$ . . . . . + 0,7183

Centrum des Höhenkreises in *Eiche* . . . . . + 34,9073

Centrum des Höhenkreises auf dem *Kreuzberge* über der Ostsee . . . . . + 35.6256

dito über dem Postament 0.7644

Wahrscheinlicher Fehler = 2″.1 oder 0.081

Kreuz-

Digitized by Google

Kreuzberg — Sternwarte.

Datum.	Uhrzeit.	z Kreuzberg.	z' Sternwarte.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.	$z'+z-180°$	k
Septbr. 22	4″ 31′	90° 40′ 55″,16	89° 19′ 58″,82	−0° 40′ 28″,17	−0″,62	0° 0′ 53″,98	
	38	61,65	59,45	31,10	+2,31	61,10	0,0638
	48	64,84	56,43	34,21	+5,42	61,27	
	56	60,90	53,30	33,80	+5,01	54,20	
	5 39	51,66	48,62	31,52	+2,73	40,28	
	45	52,27	48,03	32,12	+3,33	40,30	0,3668
	53	44,56	48,04	28,26	−0,53	32,60	
	58	50,41	48,79	30,81	+2,02	39,20	
	19 11	51,96	61,17	25,39	−3,40	53,13	
	18	53,30	60,42	26,44	−2,35	53,72	
	26	50,37	56,87	26,75	−2,04	47,24	
	33	50,70	54,24	28,23	−0,56	44,94	0,1190
	20 5	53,33	59,90	26,72	−2,07	53,23	
	11	58,64	61,92	28,36	−0,43	60,56	
	19	59,27	62,53	28,37	−0,42	61,80	
	24	56,90	62,32	27,29	−1,50	59,22	
23	19 8	45,14	49,64	27,75	−1,40	34,78	
	13	56,03	55,46	30,28	+1,49	51,49	
	21	51,42	51,41	30,01	+1,22	42,83	
	27	47,93	58,16	24,88	−3,92	46,09	0,2579
	59	51,71	53,41	29,15	+0,36	45,12	
	20 4	51,30	57,52	26,89	−1,90	48,82	
	12	49,19	59,16	25,02	−3,77	48,35	
	17	49,80	58,26	25,77	−3,02	48,06	
24	4 20	52,17	56,30	27,93	−0,86	48,47	
	26	55,76	56,69	29,54	+0,75	52,45	
	34	48,42	58,06	25,18	−3,61	46,48	0,1858
	41	57,94	58,97	29,48	+0,69	56,91	
	5 34	57,21	54,99	31,11	+2,32	52,20	
	39	54,43	50,28	32,08	+3,29	44,71	
	46	50,71	54,99	27,86	−0,93	45,70	
	51	58,03	56,10	30,96	+2,17	54,13	
			Mittel	−0° 40′ 28″,79	2″,06		

Dreieck № 62. $s \tang \left(\frac{z'-z}{2}\right) =$ . . . . . − 11ᵀ.5005

Centrum des Höhenkreises auf dem *Kreuzberge* . . . . . + 35.6256

Centrum des Höhenkreises auf der *Sternwarte* über der Ostsee . . . . . + 24.1251

Höhe des Instruments 0.1739

Höhe der obern Fläche des steinernen Pfeilers auf der Plateform der *Sternwarte* über der Ostsee . . . . . + 23.9512

Wahrscheinlicher Fehler = 1″,7 oder 0ᵀ,008

Digitized by Google

§. 24. Bestimmung des *Marienthurms* in *Berlin* und des magnetischen Häuschens bei der *Sternwarte*.

Station Kreuzberg.

Datum.	Uhrzeit.	Namen der Punkte.	Zenithdistance.	k	s	Höhendifferenz.
Septbr. 18	3 48	Knopf des Marienthurms	89° 17′ 1,58			
	53	—	16 55,71			
	4 10	—	60,40			
	14	—	56,90			
19	3 47	—	54,96			
	4 15	—	60,52			
	41	—	61,87			
	45	—	60,08			
	5 0	—	59,70			
	2	—	57,56			
	7	—	58,90			
	10	—	55,80			
			89 16 58,66	0,1763 (S.96.)	Δ № 6.	+ 26,487
	20 7	—	89 17 6,06			
	11	—	2,54			
	18	—	4,01			
	21	—	4,60			
			89 17 4,30	0,1099	—	+ 26,474
22	3 53	—	89 17 13,09			
	58	—	10,81			
	4 8	—	7,84			
	13	—	6,07			
	5 13	—	11,49			
	18	—	7,88			
	28	—	10,58			
	33	—	8,78			
			89 17 9,57	0,0638	—	+ 26,451
	19 38	—	89 17 3,73			
	43	—	2,20			
	53	—	4,39			
	58	—	1,53			
			89 17 2,96	0,1190	—	+ 26,475
24	3 52	—	89 17 2,34			
	57	—	7,29			
	4 7	—	7,53			
	12	—	1,49			
			89 17 4,66	0,1858	—	+ 26,421

Mittel aus 32 Beobachtungen + 26,467

Digitized by Google

Station Sternwarte.

Datum.	Uhrzeit.	Namen der Punkte,	Zenithdistance.	*k*	*s*	Höhendifferenz.
Septbr. 22	5″ 12′	Knopf des Marienthurms	88° 1′ 31,34			
	18	—	34,53			
	28	—	29,98			
	33	—	28,48			
			88 1 31,08	0,0638	Δ № 61.	+ 37,990
	19 40	—	88 1 33,85			
	45	—	32,01			
	55	—	29,04			
	20 0	—	30,47			
			88 1 31,08	0,1190	—	+ 37,979
23	19 32	—	88 1 23,47			
	37	—	21,22			
	42	—	19,82			
	47	—	13,82			
			88 1 19,58	0,2579	—	+ 38,016
24	4 48	—	88 1 34,74			
	53	—	35,40			
	59	—	30,90			
	5 4	—	26,87			
	14	—	30,89			
	19	—	27,93			
			88 1 31,12	0,1858	—	+ 37,967

Mittel aus 18 Beobachtungen + 37,986

Höhendifferenz zwischen Station Kreuzberg und Station Sternwarte . . . . . — 11,501

— — Kreuzberg und Marienthurm aus 18 Beobachtungen + 26,485

— — — — — — 32 — + 26,467

Mittel — 50 — + 26,473

Centrum des Höhenkreises auf dem Kreuzberge . . . . . + 35,626

Knopf des Marienthurms (Mitte) über der Ostsee . . . . . + 62,099

Durch unmittelbare Ablothung hat Herr Professor *Enke* gefunden, dafs der Fufsboden des magnetischen Häuschens neben der Sternwarte 39 Fufs 4 Zoll 7 Linien Rheinländisch unter der Oberfläche des Pfeilers liegt; daher:

Obere Fläche des Beobachtungspfeilers über der Ostsee . . . . + 23,9512

Höhenunterschied zwischen dem Pfeiler und dem Fufsboden des magnetischen Häuschens 6,3416

Fufsboden des magnetischen Häuschens über der Ostsee . . . . + 17,6096

Digitized by Google

§. 25. Bestimmung des Pegels und einiger anderer Punkte von Berlin.

Behufs der Regulirung der Strafsenabflüsse wurde vor mehreren Jahren, mittelst eines Fernrohr-Niveaus, ein vollständiges Strafsen-Nivellement ausgeführt, und die so bestimmten Punkte an verschiedenen Strafsenecken, in einer Höhe von 20 Rheinländischen Fufsen, über dem Nullpunkt des Pegels an der Fischerbrücke, durch horizontal eingeschlagene Klammern bezeichnet. Diese Höhe von 20 Fufs reichte indessen nicht überall aus, und namentlich nicht in den östlichen Theilen der Stadt, wo die Marken unter das Strafsenpflaster zu liegen kamen; man ging daher da, wo dies der Fall war, 6 Fufs höher, und schlug bei 26 Fufs Pegelhöhe andere Klammern, von der Form eines lateinischen T ein.

Die Nullpunkte der beiden Pegel unterhalb der Mühlen am Mühlendamm, sollen sich in gleichem Niveau mit dem Nullpunkt des Pegels an der Fischerbrücke befinden. Der Pegel bei der Schleuse soll nur den Schiffern den Wasserstand über dem Drempel der Schleuse angeben; sein Nullpunkt liegt sehr nahe in gleicher Höhe mit dem Nullpunkt des Pegels an der Fischerbrücke.

Der Normal-Wasserstand der Spree (Oberwasser) gilt für die Sommermonate vom Mai bis September und liegt am Pegel an der Fischerbrücke 8 Fufs 4 Zoll über dem Nullpunkt. Dieser Wasserstand wird durch die Schützenstellung der Königlichen Mühlen in jener Zeit hergestellt, sobald er obiges Mafs überschreitet.

Das Unterwasser der Schleuse steht etwa um 3 Fufs 11 Zoll niedriger.

Im März 1830 war der höchste Stand des Oberwassers 13′ 5″

. . . . . Unterwassers 10′ 7″

Im Jahre 1826 war der niedrigste Stand des Oberwassers 6′ 3″

. . . . . Unterwassers 2′ 3″

Ein grofser Theil der Barometer-Messungen in Berlin bezieht sich auf die Höhe des Strafsenpflasters unter dem Thorwege der alten Sternwarte. Der Ingenieurgeograph Herr *Bertram* fand dafs dieser Punkt um 0,579 Ruthen unter den horizontalen Niveau-Klammern liegt, welche sich an den Häusern Dorotheenstrafse № 3 und Dorotheenstrafse № 10 befinden.

Digitized by Google

Auf der neuen Königlichen Sternwarte befindet sich eine Niveau-Marke deren Höhe über dem Pegel an der Fischerbrücke bekannt ist. Herr Professor *Enke* hat den Höhenunterschied zwischen dieser Marke und der Oberfläche des Beobachtungspfeilers bestimmt und gefunden, dafs die obere Fläche des Pfeilers 53,884 Preufsische Fufs über dem Nullpunkt des Pegels an der Fischerbrücke liegt. Daraus ergiebt sich:

Obere Fläche des Pfeilers auf der Sternwarte über der Ostsee		+ 23,9512
Höhendifferenz zwischen dem Pfeiler u. d. Nullpunkt des Pegels		8,6769
Nullpunkt des Pegels über der Ostsee		+ 15,2743
Normal-Wasserstand über dem Nullpunkt des Pegels		1,3420
Unterwasser bei der Schleuse	dito	0,7046
Horizontale Niveau-Klammern	dito	3,2206
Strafsenpflaster unter dem Thorwege der alten Sternwarte	dito	2,1018
Daher:		
Normal-Wasserstand (Oberwasser) der Spree über der Ostsee		+ 16,6163
Unterwasser der Spree	dito	+ 15,9789
Horizontale Niveau-Klammern	dito	+ 18,4949
Strafsenpflaster unter dem Thorwege der alten Sternwarte	dito	+ 17,3761

Digitized by Google

§. 26. Bestimmung der Thürme von *Berlin.*

Station Kreuzberg.

Datum.	Uhrzeit, Mittel.	Namen der Thürme.	Zenithdistancen.	*k*	*s*	Höhendifferenz.	Höhe über d. Meer.
Sept. 29.	21h 15′	Marienthurm, Mitte des Knopfs	89° 17′ 10″,77	0,0139	—	—	—
	—	Gensd'armen Th., franz., höchster Punkt	89 26 8,72	—	Δ N 49.	+ 15T,872	51T,498
	—	Gensd'armen Th., deutsch, Querstange am Blitzableiter	89 24 58,33	—	50.	+ 15,463	51,089
	—	Gensd'armen Th., deutsch, höchster Punkt	89 23 29,59	—	50.	+ 16,102	51,728
	—	Kathol. Kirche, Mitte der Kuppel	90 0 32,65	—	59.	+ 0,157	35,784
	—	Sophien Th., Mitte des Knopfs	89 34 51,04	—	51.	+ 17,259	52,885
	—	Dom, Kreuz (Durchschnitt)	89 46 52,91	—	48.	+ 7,837	43,463
	—	Kön. Schlofs, Kreuz üb. der Krone	89 56 4,02	—	54.	+ 2,514	38,140
	—	Nicolai Th., Mitte des Knopfs	89 23 51,49	—	52.	+ 20,349	55,975
	—	Parochial Th., Mitte des Sterns	89 33 38,35	—	53.	+ 15,910	51,536
	—	Marienthurm, höchster Punkt	89 14 24,43	—	6.	+ 28,145	63,771
Oktb. 1.	4 35	Marienthurm, Mitte des Knopfs	89 17 3,67	0,1218	—	—	—
	—	Charlottenburg, Königl. Schlofs, Kopf der Figur	89 55 21,87	—	46.	+ 6,467	42,088
	—	Dreifaltigkeit Th., Mitte d. Knopfs	89 39 23,70	—	47.	+ 8,497	44,123
Oktb. 22.	1 20	Marienthurm, Mitte des Knopfs	89 17 8,50	0,0479	—	—	—
	—	Jerusalem. Th., höchster Punkt	89 47 40,06	—	55.	+ 4,667	40,293
	—	Georgen Th., Knopf	89 57 28,32	—	56.	+ 2,471	38,097
	—	Waisenkirche Th., höchster Punkt	90 0 19,75	—	58.	+ 0,376	36,002

Diese Bestimmungen beruhen sämmtlich auf je zwei Beobachtungen.

Spitze des Marienthurms über der Ostsee . . . . . + 63T,771
Spitze des Marienthurms über dem Strafsenpflaster . . . . . + 45,850

Strafsenpflaster am Fufs des Marienthurms über der Ostsee . . . . + 17T,921

Anmerkung. Im Jahre 1838 erhielt der frühere stumpfe Thurm der Jerusalemer Kirche eine hohe Spitze. Die Zenithdistance der Mitte des Knopfes derselben, auf dem Stationspunkt der Sternwarte gemessen, beträgt 83° 38′ 17″,17 und der Log. der Entfernung ist = 2,4296748. Hieraus ergiebt sich der Höhenunterschied = 29T,996, und die Höhe über dem Meer = 54T,121.

Digitized by Google

§. 27. Bestimmung des Pegels am *Engen-Oderkruge.*

Höhe des Fernrohrs über dem Boden 0,710

Datum.	Uhrzeit.	z Stolzenhagen.	z' Enge-Oderkrug.	$\frac{z'-z}{2}$	Fehler.
August 12	6 7	91° 6′ 4,08	88° 55′ 19,42	−1° 5′ 22,33	+ 5,48
	14	2,02	25,42	18,30	+ 1,45
	22	2,03	20,93	20,55	+ 3,70
	30	5 55,97	23,93	16,02	− 0,83
	18 9	6 15,69	48,33	13,68	− 3,17
	16	20,59	47,51	16,54	− 0,31
	25	18,44	48,26	15,09	− 1,76
	33	18,88	46,36	16,26	− 0,59
	47	27,75	55,64	16,06	− 0,79
	53	28,64	56,70	15,97	− 0,88
	19 0	26,51	52,67	16,92	+ 0,07
	6	27,63	58,67	14,48	− 2,37
			Mittel	−1° 5′ 16,85	1,78

Dreieck № 77. $s \tang \left(\frac{z'-z}{2}\right)$	− 44,3421
Centrum des Höhenkreises in *Stolzenhagen*	+ 45,7019
Centrum des Höhenkreises am *Engen-Oderkruge* über der Ostsee	+ 1,3598
Nullpunkt des Pegels unter dem Instrument	− 1,6976
Nullpunkt des Pegels über der Ostsee	− 0,3378

An dem Pegel bei dem *Engen-Oderkruge* wird der Wasserstand eben so wie in *Swinemünde* täglich beobachtet. Zur Bestimmung des mittleren Niveaus der Oder wurden daher sämmtliche Beobachtungen von den Jahren 1826 bis 1834 aus den Akten der Königliehen Ober-Bau-Deputation zusammengestellt. Die jährlichen Durchschnittszahlen ergaben:

1826	mittlerer	Pegelstand	1 Fufs	9,38 Zoll
1827	—	—	2	0,25
1828	—	—	2	1,41
1829	—	—	2	3,33
1830	—	—	2	4,32
1831	—	—	2	4,18
1832	—	—	1	9,01
1833	—	—	2	0,29
1834	—	—	2	8,06
Im Mittel aus 9 Jahrgängen			2 Fufs	1,80 Zoll.

Digitized by Google

Die Beobachtungen von 1834 wurden nicht ausgeschlossen, obgleich der Wasserstand der Oder in diesem Jahre ganz ungewöhnlich hoch war. Die Monate Januar und Februar geben im Mittel eine Pegelhöhe welche 4 Fufs übersteigt.

Da das Haff durch drei grofse Arme, die Divenow, Swine und Peene, mit der See in Verbindung steht, so ist es keinem Zweifel unterworfen, dafs es mit der Ostsee gleiches Niveau hat. Der Pegel am *Engen-Oderkruge* liegt nun zwar unmittelbar am Einflufs der Oder in das Haff, aber doch noch in der Oder selbst; es konnte daher nicht mit derselben Sicherheit behauptet werden, dafs hier der mittlere Pegelstand auch zugleich das mittlere Niveau des Haffs geben würde, indem es nicht unmöglich schien, dafs besonders bei hohem Wasser, das Niveau in dem engen Oderbette noch bemerkbar höher liegen könne als in dem weiten Haff. Um diesen Zweifel zu heben, wurde aus den neunjährigen Beobachtungen in *Swinemünde* und am *Engen-Oderkruge*, bei windstillen Tagen und niedrigem Oderwasser, die Differenz beider Pegelstände ermittelt.

147 Beobachtungen gaben den Unterschied des Wasserstandes beider Pegel gleich . . . . . 1 Fufs 5,2 Zoll

Diesen Werth, von 3 Fufs 6 Zoll, dem Normalstande in *Swinemünde* abgezogen, giebt . . . . . 2 Fufs 0,8 Zoll

für den mittleren Wasserstand am *Engen-Oderkruge* unter den günstigsten Verhältnissen. Oben fanden wir . . . . 2 Fufs 1,80 Zoll

also eine Übereinstimmung, die nichts zu wünschen übrig läfst.

Da nun der Pegel am *Engen-Oderkruge* an windstillen Tagen und bei niedrigem Oderwasser gewifs das Niveau des Haffs, also auch das der Ostsee richtig angiebt, so folgt, dafs der Nullpunkt des Pegels am *Engen-Oderkruge* tiefer liegt als das Niveau der Ostsee um 2 Fufs 0,8 Zoll oder dessen Höhe . . . . . = — 0,3328

Von *Stolzenhagen* her fanden wir . . . . . — 0,3378

Differenz — 0,0050

Dieser Unterschied ist also der wirkliche Fehler des Nivellements auf der Strecke von *Swinemünde* über den *Gollenberg* nach *Stolzenhagen*, und von da herunter nach dem *Engen-Oderkruge*; eine Entfernung von $7\frac{3}{4}$ Meilen. Der wahrscheinliche Fehler beträgt 0,194.

---

§. 28.

Digitized by Google

§. 28. Bestimmung des Pegels bei *Oderberg.*

Standpunkt Pimpenellenberg.

Datum.	Uhrzeit.	Namen der Punkte.	Zenithdistance.	*k*	*s*	Höhendifferenz.	Höhe über dem Meer.
Aug. 22	4h 14′	Oderberg Th. Mitte des Knopfs	91° 52′ 50″,12				
		—	41,59				
		—	45.48				
		—	46.21				
			91 52 45.85	0,1312	Δ № 69.	— 33.502	
Aug. 24	19 51	—	91 52 47.22				
		—	44.79				
		—	45.30				
		—	46,71				
			91 52 46.00	0,1312	—	— 33.503	
Sept. 7	6 10	—	91 52 40.80				
		—	37,56				
		—	39.44				
		—	38.95				
			91 52 39,19	0.1874	—	— 33.478	
Sept. 7	20 46	—	91 52 38.28				
		—	42.98				
		—	39.02				
		—	42.25				
			91 52 40.63	0.1203	—	— 33.475	
		Oderberg Th. Mitte des Knopfs aus 16 Beob. Mittel				— 33.490	+ 27.842
Sept. 8	4h 12′	Standpunkt *A* a. d. Oder bei Oderberg, reducirt auf die Höhe d. Fernrohrs daselbst	92° 43′ 14″.29				
			10,59				
			10.01				
		—	14.87				
			92 43 12,44	0,1261	Δ № 70.	— 59,122	
Sept. 9	4 0	—	92 43 10.83				
		—	10.86				
		—	12.27				
		—	10.59				
			92 43 10,91	0,1261	—	— 59,113	
	20 58	—	92 43 10.38				
		—	12.18				
		—	11.92				
		—	10.65				
			92 43 11.28	0.1261	—	— 59.114	
		Stand *A* an der Oder				Mittel — 59.116	

O

Digitized by Google

Standpunkt A. an der Oder;

auf dem rechten Ufer, der Stadt *Oderberg* gegenüber. Das Fernrohr war 0,750 über der Wiese.

Datum.	Uhrzeit.	Namen der Punkte,	Zenithdistance.	*k*	*s*	Höhendifferenz.
Septbr. 8	22h 57′	Pfeiler auf dem Pimpenellenberge, reducirt auf die Höhe des Fernrohrs daselbst	87° 17′ 53,02″ 18 12,24 17 56,80 — 18 8,48			
			87 18 2,64	0,1000	Δ № 70.	+ 59,090
8	23 16	Pegel, 18 Fufspunkt.	89 48 36,84 — 54,44 — 34,89 — 56,42			
			89 48 45,65		73.	+ 0,608
8	23 32	Oderberg Th., Mitte des Knopfs	83 58 44,23 46,21 — 44,49 — 45,95			
			83 58 45,22	0,1228	72.	+ 25,614

Anmerkung. Bei Beobachtung des Pfeilers und Pegels wurde so eingestellt, dafs einmal der obere, und dann der untere Faden tangirte.

Höhendifferenz zwischen dem *Pimpenellenberge* und dem Stand *A*

aus 12 Beob. — 59,116

— — — — — aus 4 Beob. — 59,090

Mittel — 59,110

Höhendifferenz zwischen dem *Pimpenellenberge* und dem Thurmknopf

aus 16 Beob. — 33,490

Höhendifferenz zwischen dem Thurmknopf und dem Stand *A* aus 4 Beob. — 25,614

Höhendifferenz zwischen dem *Pimpenellenberge* und dem Stand *A* — 59,104

Mittel aus 36 Beob. — 59,107

Centrum des Höhenkreises auf dem *Pimpenellenberge* . . . . . + 61,332

Centrum des Höhenkreises auf dem Stand *A* über der Ostsee . . . + 2,225

Mithin der 18 Fufspunkt des Pegels über der Ostsee 2,833

Nullpunkt des Pegels über der Ostsee (2,899) . . . . . — 0,066

Anmerkung. Der Wasserspiegel der Oder war am 8. Sept. Mittags 1,739 unter dem Centrum des Höhenkreises auf dem Stande *A*. Die Ostsee stand in *Swinemünde* zu derselben Zeit um 0,040 unter ihrem mittleren Stande. Mithin Gefälle der Oder an diesem Tage . . 0,526. Bei hohem Wasser steigt die Oder auf 8 bis 10 sogar bis 13 Fufs am Pegel und darüber; so grofs ist alsdann auch ihr Gefälle bis *Swinemünde*.

Digitized by Google

§. 29. Bestimmung verschiedener Punkte in der Nähe der Nivellements-Stationen.

Namen der Stationen.	Datum.	Uhrzeit.	Anzahl d. Beobachtungen.	Namen der Punkte.	Zenithdistancen.	*k*	*s*	Höhendifferenz.	Höhe über dem Meer.
		″ ′			° ′ ″			Toisen	Toisen
Ziegenort.	Aug. 10	18 45	4	Gr. Ziegenort Th., Mitte des Knopfs	89 35 41,87	0,1118	Δ № 79.	+ 5,783	
		21 47	4	—	89 35 46,86	0,0791	—	+ 5,767	
	11	6 14	4	—	89 35 35,38	0,1431	—	+ 5,805	
		18 24	4	—	89 35 38,35	0,1505	—	+ 5,793	
		20 14	4	—	89 35 39,93	0,1505	—	+ 5,787	
				Gr. Ziegenort Th., Mitte des Knopfs			Mittel . . .	+ 5,787	+ 17,643
Stolzenhagen	Aug. 10	21 27	4	Stolzenhagen Th., Mitte des Kreuzes	88 47 51,08	0,0791	Δ № 36.	+ 13,162	
	11	5 0	4	über der Wetterfahne	88 47 42,07	0,1111	—	+ 13,187	
		20 0	4	—	88 47 54,42	0,1505	—	+ 13,147	
	14	20 30	4	—	88 47 48,63	0,1210	—	+ 13,166	
		23 15	4	—	88 47 48,95	0,1140	—	+ 13,166	
	15	6 30	4	—	88 47 35,75	0,1645	—	+ 13,203	
				Stolzenhagen Th., Kreuz über der Wetterfahne			Mittel . . .	+ 13,172	+ 58,874
	Aug. 14	3 10	4	Neuendorf Th., Mitte des Knopfs	89 10 31,99	0,1210		+ 22,761	+ 68,463
Klütz	Aug. 14	7 0	2	Klütz Th., Mitte des Knopfs	88 19 1,28	0,1657	Δ № 75.	+ 3,749	
		21 0	2	—	88 18 55,56	0,1210	—	+ 3,752	
	15	2 40	2	—	88 18 59,62	0,1210	—	+ 3,750	
	16	20 16	2	—	88 18 58,02	0,1701	—	+ 3,751	
				Klütz Th., Mitte des Knopfs			Mittel . . .	+ 3,751	+ 32,582
Koboldsberg	Aug. 25	19 8	2	Hohen-Kränig Th., Knopf	90 48 43,22	0,1389	Δ № 74.	— 25,911	+ 44,451
Löhme	Sept. 11	4 30	4	Weesow Th., Mitte des Knopfs	89 51 48,76	0,1600	Δ № 67.	+ 3,732	
	13	3 10	4	—	89 51 46,08	0,1550	—	+ 3,752	
	16	3 50	4	—	89 51 47,71	0,1230	—	+ 3,751	
		20 40	4	—	89 51 48,92	0,1169	—	+ 3,745	
				Weesow Th., Knopf			Mittel . . .	+ 3,745	+ 54,120
	Sept. 14	3 25	4	Werneuchen Th., Mitte des Knopfs	89 43 15,04	0,1550	Δ № 10.	+ 8,895	
		5 42	4	—	89 43 8,91	0,1939	—	+ 8,925	
				Werneuchen Th., Knopf			Mittel . . .	+ 8,910	+ 59,285
	Sept. 13	3 30	4	Blumberg Th., Mitte des Knopfs	89 55 46,29	0,1550	Δ № 68.	+ 5,393	+ 55,768
Eiche	Sept. 17	5 0	2	Blumberg Th., Mitte des Knopfs	89 37 39,45	0,1175	Δ № 64.	+ 20,746	+ 55,653
	Sept. 19	5 0	2	Eiche Th., obere Tangente des Knopfs	88 59 24,68	0,1763	Δ № 65.	+ 9,330	+ 44,237
	Sept. 19	20 20	2	Falkenberg Th., Mitte des Knopfs	89 43 12,39	0,1323	Δ № 66.	+ 8,800	+ 43,707

Digitized by Google

§. 30. Festlegung des Endpunktes.

Auf der Plateform der Königlichen *Sternwarte* befinden sich vier eingemauerte Sandsteinpfeiler, die zur Aufstellung von Instrumenten bestimmt sind. Einer derselben, welcher von dem Centrum des runden Thurmes in nordwestlicher Richtung steht, wurde als Stationspunkt benutzt und bildet den eigentlichen Endpunkt der ganzen Operation. Die Höhe seiner oberen Fläche liegt nach §. 23. = 23,9512 über der Ostsee. Da aber die Aussicht von hier aus ziemlich beschränkt ist, so würde, wenn einst eine Fortsetzung des Nivellements von *Berlin* aus unternommen werden sollte, immer die Operation rückwärts nach dem *Kreuzberge* wiederholt werden müssen: es mufste daher wünschenswerth erscheinen, auf dem *Kreuzberge* selbst, der nach allen Richtungen eine freie Aussicht gewährt, eine sichere Marke zu haben, welche jeder anderweitigen Benutzung leicht zugänglich ist.

Der paſslichste Punkt für diesen Zweck schien die Spitze oder vielmehr die oberste Fläche des Kreuzes auf dem Monumente zu sein. Zur Bestimmung derselben war aber eine besondere Operation nothwendig, welche hier näher beschrieben werden soll (Fig. II.).

Die Grundlinie AB wurde zweimal gemessen
die 1ste Messung gab ihre Länge gleich 7,0510 Ruthen
die 2te . . . . . 7,0514 —

Mittel = 7,0512 Ruthen = 13,6255

Zur Bestimmung der Entfernungen von dem Stationspunkte P nach den obersten Ecken a und b des Kreuzes wurden folgende Winkel gemessen.

Standpunkt A.					*Standpunkt B.*				
b	0°	0′	0″		A	0°	0′	0″	
a	0	29	1,5	+ (1)	P	35	21	46,5	+ (4)
P	25	6	15	+ (2)	b	60	48	0	+ (5)
B	53	38	55	+ (3)	a	61	6	36	+ (6)

Digitized by Google

Station Kreuzberg P.

A	0°	0′	0″	
b	118	51	0	+ (7)
a	119	46	10	+ (8)
B	243	54	32,25	+ (9)
Centrum des Monuments	119	24	31	
Marienthurm (Berlin)	223	17	0	

Die überflüssigen Beobachtungen in der Figur geben drei Bedingungsgleichungen:

$$0 = -5{,}75 + (3) + (4) - (2) - (9) \Big\} \cdot \mathrm{I}$$

$$1 = \frac{\sin\big((3)-(2)\big)\cdot\sin\big(-(2)-(7)\big)\cdot\sin\big((5)-(4)\big)}{\sin(4)\cdot\sin(2)\cdot\sin\big((4)+(7)-(5)-(9)\big)}\Big\}\cdot \mathrm{II}$$

$$1 = \frac{\sin\big((3)-(2)\big)\cdot\sin\big((1)-(2)-(8)\big)\cdot\sin\big((6)-(4)\big)}{\sin(4)\cdot\sin\big((2)-(1)\big)\cdot\sin\big((4)+(8)-(6)-(9)\big)}\Big\}\cdot \mathrm{III}$$

Hieraus folgen die Gleichungen zwischen den Verbesserungen und den Factoren

$0 =$ (1)	—	+ 3,578 · II	—
$0 =$ (2)	— I	— 5,416 · II	— 5,346 · III
$0 =$ (3)	+ I	+ 1,838 · II	+ 1,838 · III
$0 =$ (4)	+ I	— 5,206 · II	— 5,278 · III
$0 =$ (5)	—	—	+ 3,869 · III
$0 =$ (6)	—	+ 3,797 · II	—
$0 =$ (7)	—	—	— 3,141 · III
$0 =$ (8)	—	— 3,120 · II	—
$0 =$ (9)	— I	+ 1,724 · II	+ 1,767 · III

Aufzulösende Gleichungen:

$$-\ 5{,}75 = +\ 4{,}000 \cdot \mathrm{I} + 0{,}324 \cdot \mathrm{II} + 0{,}139 \cdot \mathrm{III}$$
$$-\ 180{,}069 = +\ 0{,}324 \cdot \mathrm{I} + 99{,}738 \cdot \mathrm{II} + 62{,}855 \cdot \mathrm{III}$$
$$-\ 252{,}262 = +\ 0{,}139 \cdot \mathrm{I} + 62{,}855 \cdot \mathrm{II} + 87{,}772 \cdot \mathrm{III}$$

Werthe der Factoren.

$\mathrm{I} = -\ 1{,}339$
$\mathrm{II} = +\ 0{,}016$
$\mathrm{III} = -\ 2{,}883$

Werthe der Verbesserungen.

(1) = — 0″,06	(6) = — 0″,06
(2) = — 16,70	(7) = — 9,06
(3) = + 6,61	(8) = + 0,05
(4) = — 13,82	(9) = + 3,75
(5) = + 11,15	

Digitized by Google

Werden diese Verbesserungen den Beobachtungen hinzugefügt so erhält man die Entfernungen:

$$AP = 8{,}^{\tau}77965 \qquad aP = 6{,}^{\tau}27993$$
$$BP = 7{,}25090 \qquad bP = 6{,}32803$$

Die Entfernung von P bis zum Centrum des Monuments ist $= 6{,}^{\tau}3275$
Die in P gemessene Zenithdistance mit der Ecke a
ist aus 3 Beobachtungen . . . . . $= 34^{\circ}\ 28'\ 31'' = z$
Die in P gemessene Zenithdistance mit der Ecke b
ist aus 3 Beobachtungen . . . . . $= 34\ \ 40\ \ 54\ \ = z'$
Daraus folgt:

$aP \cdot$ cotang. z	$9{,}^{\tau}1458$
$bP \cdot$ cotang. z'	9,1451
Mittel	9,1455
Centrum des Höhenkreises in P (Station *Kreuzberg*)	+ 35,6256
Höhe der obersten Fläche des Monuments über der Ostsee	+ 44,7711

Digitized by Google

§. 31. Zusammenstellung der gemessenen Höhen und ihrer wahrscheinlichen Fehler.

A. Nivellements-Stationen.

№ der Stationen.	Angabe der Punkte.	Höhenunterschiede.	Wahrscheinl. Fehler der Höhenunterschiede.	Höhe über der Ostsee.	Wahrscheinl. Fehler auf den Nullpunkt bezogen.
		Toisen	Toisen	Toisen	Toisen
	Nullpunkt des Pegels in Swinemünde . . .	—	—	— 0,5634	—
I	Fernrohr auf der Station Swinemünde . . .	—	—	+ 1,4060	—
II	— — — — Gollenberg	+ 31,0282	0,013	+ 32,4342	0,013
III	— — — — Ziegenort	— 20,5780	0,155	+ 11,8562	0,156
IV	— — — — Stolzenhagen . . .	+ 33,8457	0,114	+ 45,7019	0,193
V	Nullpunkt des Pegels am Engen-Oderkruge	— 46,0397	0,017	— 0,3378	0,194
	Niveau des Haffs am Pegel bei dem Engen-Oderkruge	+ 0,3328	—	— 0,0050	0
VI	Fernrohr auf der Station Klütz	— 16,8764	0,082	+ 28,8305	0,084
VII	— — — — Garz	— 5,4463	0,068	+ 23,3842	0,108
VIII	— — — — Koboldsberg	+ 46,9781	0,229	+ 70,3623	0,254
IX	— — — — Pimpenellenberg . .	— 9,0306	0,090	+ 61,3317	0,269
X	— — — — Semmelberg.	+ 20,7175	0,090	+ 82,0492	0,281
XI	— — — — Löhme.	— 31,6739	0,110	+ 50,3753	0,302
XII	— — — — Eiche	— 15,4680	0,055	+ 34,9073	0,307
XIII	— — — — Kreuzberg.	+ 0,7183	0,081	+ 35,6256	0,317
XIV	— — — — Berliner Sternwarte	— 11,5005	0,008	+ 24,1251	0,317
XV	Fufsboden des magnetischen Häuschens bei der Sternwarte	—	—	+ 17,6096	—

Die Entfernung von *Swinemünde* bis zum *Engen-Oderkruge* nach den Nivellementslinien gemessen beträgt 7,79 Meilen. Von da bis zur *Berliner Sternwarte* 20,61 Meilen.

Digitized by Google

B. Nebenpunkte.

№	Angabe der Punkte.	№ der Hauptstation.	Höhe über der Ostsee.
1	Swinemünde, Strafse am Bollwerk bei dem Pegel	I	+ 0.695
2	— — Granitplinte des Krause'schen Hauses an der Ecke der Königsstrafse	—	+ 1.245
3	Gr. Ziegenort Th. Mitte des Knopfes	III	+ 17.643
4	Stolzenhagen Th. Kreuz über der Wetterfahne	IV	+ 58.874
5	Neuendorf Th. Mitte des Knopfes	—	+ 68.463
6	Erdboden bei dem Pegel am Engen-Oderkruge	V	+ 0.650
7	Klütz Th. Mitte des Knopfes	VI	+ 32.582
8	Hohen-Kränig Th. Mitte des Knopfes	VIII	+ 44.451
9	Oderberg Th. Mitte des Knopfes	IX	+ 27.842
10	— — Nullpunkt des Pegels	—	— 0.066
11	— — Niveau der Oder am 9ten September 1835	—	+ 0.486
12	— — Wiesen der Stadt gegenüber	—	+ 1.475
13	Weesow Th. Mitte des Knopfes	XI	+ 54.120
14	Werneuchen Th. Mitte des Knopfes	—	+ 59.285
15	Blumberg Th. Mitte des Knopfes	—	+ 55.696
16	Eiche Th. obere Tangente des Knopfes	XII	+ 44.237
17	Falkenberg Th. Mitte des Knopfes	—	+ 43.707
18	Kreuzberg Spitze des Monuments	XIII	+ 44.771
19	Charlottenburg Königl. Schlofs, Kopf der Figur	—	+ 42.088
20	Berlin Marienthurm, Mitte des Knopfes	—	+ 62.099
21	— — höchster Punkt	—	+ 63.771
22	— Strafsenpflaster am Fufse des Marienthurms	—	+ 17.921
23	— Königl. Schlofs, Kreuz über der Krone	—	+ 38.140
24	— Katholische Kirche, höchster Punkt der Kuppel	—	+ 35.784
25	— Sophien-Kirche Th. Mitte des Knopfes	—	+ 52.885
26	— Friedrichstädtsche Kirche (französich) Th. höchster Punkt	—	+ 51.498
27	— Neue Kirche (deutsch) Th. höchster Punkt	—	+ 51.728
28	— Dom-Kirche Th. Kreuz (Querbalken)	—	+ 43.463
29	— Nicolai-Kirche Th. Mitte des Knopfes	—	+ 55.975
30	— Parochial-Kirche Th. Mitte des Sterns	—	+ 51.536
31	— Georgen-Kirche Th. Mitte des Knopfes	—	+ 38.097
32	— Waisen-Kirche Th. höchster Punkt	—	+ 36.002
33	— Dreifaltigkeits-Kirche Th. Mitte des Knopfes	—	+ 44.123
34	— Jerusalemer-Kirche Th. Mitte des Knopfes	—	+ 54.121
35	— Nullpunkt des Pegels an der Fischerbrücke	XIV	+ 15.274
36	— Normal-Wasserstand der Spree (Oberwasser)	—	+ 16.616
37	— — — — — Unterwasser der Schleuse	—	+ 15.979
38	— Horizontale Niveau-Klammern in den Strafsen	—	+ 18.495
39	— Strafsenpflaster unter dem Thorwege der alten Sternwarte	—	+ 17.376

§. 32.

Digitized by Google

§. 32. Coefficienten der Strahlenbrechung — Gesetz der mittleren terrestrischen Refraktion — etc.

Von den Stationen *Semmelberg* und *Löhme* ist der *Marienthurm* in *Berlin* zu sehen: man hatte daher Anfangs die Idee, diesen Umstand zu einer Controle zu benutzen und die gegenseitigen Zenithdistancen zwischen diesen Punkten zu beobachten; später erwies sich aber, dafs dieselbe nicht ausführbar war, weil auf dem *Semmelberge* nur die äufserste Spitze des Thurms gesehen werden konnte, und dann war die Jahreszeit auch schon so weit vorgerückt, dafs selbst die gegenseitige Beobachtung, zwischen dem *Marienthurm* und *Löhme*, wo sie möglich gewesen wäre, unterbleiben mufste. Um indessen doch einigen Nutzen von diesen Durchsichten zu ziehen, so sollten, sowohl in *Löhme* wie auf dem *Semmelberge*, bei bedecktem Himmel, Zenithdistancen nach dem Knopfe des *Marienthurms* genommen werden, um daraus den Coefficienten der Strahlenbrechung bei bedecktem Himmel zu bestimmen; aber auch diese Beobachtung war auf dem *Semmelberge* nicht zu Stande zu bringen, weil der grofsen Entfernung wegen, der Knopf nicht mit Sicherheit gesehen werden konnte. In *Löhme* wurden dagegen am 13. und 14. Sept., bei völlig bedecktem Himmel und ruhiger Luft folgende Beobachtungen gemacht:

Datum.	Uhrzeit.	Namen der Punkte.	Zenithdistance.	*k*
Septbr. 13	3h 53′	Berlin, Marienthurm, Mitte des Knopfs	90° 1′ 54,″41	3h 55′
	58		49,25	0,612 Tb.
	4 3	—	45,85	0,1491
	8	—	45,85	
	13	—	48,27	
	18	—	47,45	4h 29′
	28	—	47,39	0,710 Tb.
	33	—	45,22	0,1687
	38	—	42,26	
	43	—	44,73	
	48	—	36,96	
	53	—	41,59	5h 6′
	5 3	—	35,96	0,800 Tb.
	8	—	33,96	0,1945
Septbr. 14	5 8	—	32.14	
	13	—	37,61	
	17	—	38,16	5h 23′
	28	—	34,04	0,846 Tb.
	33	—	35,81	0,1939
	38	—	33.36	

Höhenunterschied zwischen *Löhme* und dem Knopf des *Marienthurms* = 11,724.

Digitized by Google

Für die Bestimmung der Coefficienten der Strahlenbrechung konnte im Allgemeinen die Operation nicht sehr günstig sein, weil der Hauptzweck: eine möglichst genaue Ermittelung der Höhe von *Berlin*, die Bedingung auferlegte, die Entfernungen der einzelnen Stationen nicht sehr grofs anzunehmen. Diese Entfernungen sollten dem ersten Projekte nach zwischen 2 bis 3 Meilen betragen, welche Gränze auch nur da überschritten wurde, wo die Lokalität es nicht anders gestattete, wie z. B. zwischen *Gollenberg* und *Ziegenort*. So vortheilhaft dieser Umstand auf der einen Seite für die Ermittelung der Höhen war, so nachtheilig mufste er auf der andern Seite für die Ableitung der Strahlenbrechung werden; denn nennt man den Fehler der beobachteten Summe der Zenithdistancen Δz, so ist der Fehler des Werthes von $1 - k = \frac{r \Delta z}{s \omega}$ *). Der Einfluſs des Beobachtungsfehlers auf k nimmt daher ab, in dem Verhältniſs, wie die Entfernungen zunehmen. Obgleich nun, aus dem eben erwähnten Grunde, den Bestimmungen von k kein grofses Gewicht beigelegt werden kann, so scheinen die Resultate, welche sich über den Gang der Strahlenbrechung daraus folgern lassen, dennoch von einem Interesse zu sein, welches die Mittheilung rechtfertigen dürfte.

Bei Berechnung der Werthe von k wurden sämmtliche Beobachtungen, ohne Rücksicht auf ihre Anzahl, stundenweise geordnet, so daſs stets alle diejenigen zusammengenommen wurden, welche zwischen 3 und 4, zwischen 4 und 5 Uhr u. s. w. liegen. Es geschah dies aus dem Grunde, um bei der Vergleichung verschiedener Tage paſsliche Intervalle zu erhalten. Die Anzahl der Beobachtungen, welche zu einer Bestimmung von k dient, ist daher verschieden; allein da die Beobachtungsfehler beträchtlich gegen die Veränderungen der Strahlenbrechung an verschiedenen Tagen zurücktreten, so schien dieser Umstand hier vernachlässigt werden zu können.

Da die Strahlenbrechung an jedem Tage vom Morgen gegen den Mittag hin abnimmt, und vom Mittage gegen den Abend hin wächst, und zwar im Durchschnitt immer ziemlich bis zu derselben Gröſse, so findet zu derselben Tageszeit, wie z. B. um 4 Uhr im hohen Sommer, eine andere Strahlenbrechung Statt, wie um 4 Uhr im Herbst; weil im letztern Falle 4 Uhr näher am Abend liegt, als im ersten. Um daher die einzelnen Bestimmungen unter einander vergleichbar zu machen, wurden sämmtliche Zeiten in Theilen ihres halben Tagebogens (diesen gleich 1 gesetzt) ausgedrückt, wodurch sich die folgende Zusammenstellung ergiebt:

*) §. 18. Gleichung 2.

Digitized by Google

Übersicht sämmtlicher Werthe von k an den verschiedenen Tageszeiten.

Datum.	Vor- oder Nachmittag.	Windrichtung.	Zeit in Theilen des halben Tagebogens.	k	Zeit in Theilen des halben Tagebogens.	k	Zeit in Theilen des halben Tagebogens.	k	Zeit in Theilen des halben Tagebogens.	k	Zeit in Theilen des halben Tagebogens.	k	Zeit in Theilen des halben Tagebogens.	k
Aug. 4	*V*	*O*	0,343	0,1369	—	—	0,502	0,1371	0,634	0,1425	—	—	—	—
	N	*ONO*	—	—	0,430	0,1330	—	—	—	—	—	—	—	—
5	*V*	*SSO*	0,346	0,1411	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	*V*	*NW*	0,376	0,0791	0,482	0,0932	0,591	0,1118	—	—	—	—	—	—
	N	*O*	—	—	0,442	0,0878	0,558	0,1111	—	—	—	—	—	—
12	*V*	*SSW*	—	—	—	—	—	—	0,632	0,1505	—	—	—	—
14	*N*	*NW*	—	—	—	—	—	—	—	—	0,770	0,1462	0,842	0,1657
15	*N*	*OzN*	—	—	0,469	0,1210	0,547	0,1221	0,626	0,1237	0,714	0,1383	—	—
17	*V*	*WSW*	—	—	—	—	—	—	0,629	0,1897	—	—	—	—
18	*V*	*WNW*	—	—	—	—	—	—	0,657	0,1284	—	—	—	—
	N	*WNW*	—	—	—	—	0,520	0,1074	0,602	0,1203	0,715	0,1347	—	—
20	*N*	*ONO*	—	—	—	—	0,517	0,1328	0,601	0,1482	0,722	0,1693	—	—
21	*V*	*O*	—	—	—	—	—	—	0,626	0,1410	—	—	—	—
	N	*ONO*	—	—	—	—	0,524	0,1445	0,606	0,1512	0,723	0,1626	—	—
23	*V*	*SSO*	—	—	—	—	—	—	0,649	0,1532	—	—	—	—
24	*N*	*WNW*	—	—	—	—	0,587	0,1260	0,685	0,1334	0,783	0,1409	—	—
25	*V*	*OzS*	—	—	—	—	—	—	0,670	0,1389	—	—	—	—
Sept. 7	*N*	*ONO*	—	—	—	—	0,566	0,1118	0,687	0,1262	0,798	0,1501	—	—
10	*V*	*WSW*	—	—	—	—	0,559	0,1203	0,661	0,1442	—	—	—	—
11	*V*	*SSO*	—	—	—	—	—	—	—	—	0,741	0,2427	—	—
12	*V*	*WSW*	—	—	0,447	0,0992	—	—	—	—	—	—	—	—
	N	*S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,860	0,1926
13	*V*	*SO*	—	—	—	—	0,578	0,1169	0,671	0,1361	—	—	—	—
	N	*SO*	—	—	—	—	—	—	0,612	0,1491	0,701	0,1687	0,800	0,1945
14	*N*	*NO*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,846	0,1939
15	*N*	*NO*	—	—	—	—	—	—	0,687	0,1230	—	—	0,895	0,2095
16	*N*	*SSO*	—	—	—	—	—	—	—	—	0,772	0,1738	0,873	0,2668
17	*V*	*SSO*	—	—	—	—	—	—	—	—	0,709	0,0829	—	—
	N	*SzO*	—	—	—	—	—	—	0,609	0,0424	0,715	0,1175	—	—
19	*N*	*S*	—	—	—	—	—	—	0,602	0,1241	0,723	0,1763	—	—
20	*V*	*SSW*	—	—	—	—	—	—	—	—	0,712	0,1323	—	—
	N	*SSO*	—	—	—	—	—	—	0,643	0,1365	0,770	0,1787	—	—
		Mittel	0,355	0,1190	0,454	0,1068	0,550	0,1220	0,639	0,1351	0,738	0,1543	0,853	0,2038

Die Zahlen in der 4., 6., 8. . . Spalte drücken den Abstand vom wahren Mittage in Theilen des halben Tagebogens aus, so dafs 0 dem Mittage und 1 dem Sonnen-Auf- oder Untergange entspricht. Sie wurden dadurch gefunden, dafs man den Abstand in Zeit vom wahren Mittage durch die halbe Tageslänge dividirte. Wenn also T den Abstand vom Mittage, und L die Tageslänge bedeutet, so erhält man die Zeit in Theilen des halben Tagebogens $= \frac{2T}{L}$; z. B. am 4. August ist die Tageslänge $=$ 15,33 St. Die erste Bestimmung von k (§. 23.) ist um 19^{u} 14′ gemacht, also um 4,86 Stunden vom wahren Mittage entfernt; daraus erhält man: $\frac{2 \cdot 4{,}86}{15{,}33} = 0{,}634$, und dies ist, in der obigen Tabelle, der Werth in der 10. Spalte.

Digitized by Google

Wenn man die Zeit in Theilen des halben Tagebogens ausgedrückt umgekehrt in Uhrzeit verwandeln will, so hat man nur nöthig sie mit der halben Tageslänge zu multipliciren, und das Produkt zu dem wahren Mittage zu addiren, oder davon zu subtrahiren; z. B. $0{,}634 \cdot \frac{15{,}33}{2} = 4{,}86 = 4$ St. 52′ und da am 4. August der wahre Mittag um 0ᵘ 6′ Statt findet, so entspricht der gefundene Abstand den Uhrzeiten 19ᵘ 14′ oder 4ᵘ 58′.

Die Vormittags- und Nachmittags-Beobachtungen sind nicht von einander getrennt worden, weil in gleichen Abständen vom Mittage die Brechungen keine auffallenden Abweichungen gezeigt haben; bei ausgedehnteren Beobachtungen möchte es indessen doch von Interesse sein zu untersuchen, ob der mittlere Gang der Strahlenbrechung am Vormittage dem am Nachmittage völlig gleich ist.

Sämmtliche Bestimmungen von k sind aus Beobachtungen nach Heliotropenlicht abgeleitet, mit Ausnahme der an den Nachmittagen des 13. und 14. Septembers. In den letzten drei Colonnen von k waren bei den Nachmittags-Beobachtungen die Heliotropenlichter ruhig, bei den übrigen aber, so wie bei den Vormittags-Beobachtungen, stets mehr oder weniger in einer zitternden Bewegung. Die Beobachtungen wurden aber jedesmal ausgesetzt oder abgebrochen, sobald das Zittern zu heftig erschien.

Die Engländer nehmen den Coefficienten der Strahlenbrechung $= 0{,}2$; die Franzosen $= 0{,}16$ an; *Corabeuf* fand ihn $= 0{,}1285$, wir bei der Gradmessung in Ostpreufsen $= 0{,}1370$; *Gaufs* giebt ihn $= 0{,}1306$, und *Struve* $= 0{,}1237$ an. — Aus der obigen Zusammenstellung geht hervor, dafs alle diese Werthe von k an ein und demselben Tage, aber zu verschiedenen Tageszeiten vorkommen.

Der gröfste Werth von k fand am 16. September bei ruhiger Luft und angenehmer Temperatur Statt; der kleinste zeigte sich unmittelbar darauf am 17. September bei empfindlicher Kälte und ziemlich heftigem Wind.

Bei den Beobachtungen am 4. und 5. August ging der Lichtstrahl über Wasser, wir werden daher dieselben bei der folgenden Untersuchung, über das Gesetz des mittleren täglichen Ganges der terrestrischen Strahlenbrechung, weglassen. Eben so werden wir den letzten Werth von k in der letzten Spalte ausschliefsen, weil er ungewöhnlich grofs ist.

Digitized by Google

Nennen wir nun die in Theilen des halben Tagebogens ausgedrückte Zeit b, und nehmen als einfachste Hypothese an, dafs

$$k = \alpha b$$

wo α eine aus den Beobachtungen zu bestimmende Constante ist, welche man erhält, wenn man die beobachteten Werthe von k durch ihre zugehörigen Tagebögen dividirt; so ergiebt sich folgendes Resultat:

Anzahl der Bestimmungen von k	Zeit in halben Tagebögen. b	Beobachtete Werthe von k	$\frac{k}{b}$	Berechnete Werthe von $k = \alpha b$	Fehler.
1	0,376	0,0791	0,2104	0,0802	+ 0,0011
4	0,460	0,1003	0,2180	0,0981	— 0,0022
10	0,555	0,1205	0,2171	0,1183	— 0,0022
19	0,640	0,1347	0,2105	0,1364	+ 0,0017
15	0,738	0,1543	0,2091	0,1573	+ 0,0030
5	0,849	0,1912	0,2252	0,1810	— 0,0102
54		Mittel	0,2132 = α		

Die unter b und k aufgeführten Werthe sind aus der oben mitgetheilten Tabelle durch Summirung der einzelnen Colonnen, mit Auslassung der vorhin näher bezeichneten Bestimmungen, hervorgegangen.

Der Ausdruck $k = \alpha b$ leistet also den Beobachtungen so vollständig Genüge als es nur erwartet werden konnte, und es scheint daher, dafs man den Satz aufstellen könne: „Die mittlere Strahlenbrechung ist den halben Tagebögen proportional," oder es verhält sich:

$$1 : \alpha = b : k$$

Wenn dieser Satz richtig ist, so folgt daraus, dafs der mittlere Werth des Coefficienten k im wahren Mittag $= 0$, und bei Sonnen-Auf- oder Untergang $= \alpha = 0{,}2132$ ist. Der letzte Werth stimmt mit mehreren andern Bestimmungen, welche ich gemacht habe, sehr nahe überein, was aber den ersten anbetrifft, so habe ich bis jetzt noch keine Gelegenheit gefunden, ihn durch direkte Beobachtungen zu prüfen.

Mit Hülfe des gefundenen Ausdruckes ist es nun leicht, für jede Beobachtungszeit den zugehörigen mittleren Coefficienten der Strahlenbrechung

Digitized by Google

zu finden; denn wenn T den Abstand der Beobachtungszeit vom wahren Mittag, und L die Tageslänge bedeutet, dann ist $b = \frac{2T}{L}$ und man erhält

$$k = \frac{0{,}2132 \cdot 2T}{L}$$

z. B. Es wird die Strahlenbrechung am 11. Juni um 7ᵘ 10′ des Vormittags gesucht. Der wahre Mittag findet an diesem Tage um 0ᵘ 5′ Statt; der Abstand vom wahren Mittage oder T ist daher = 4 St. 55′ = 295′, folglich $2T = 590'$. Die Tageslänge L ist = 16 St. 27′ = 987′. Hieraus folgt nun

$$k = \frac{0{,}2132 \cdot 590}{987} = 0{,}1274$$

Denselben Werth von k erhält man für den Nachmittag desselben Tages um 5 Uhr. Wäre aber der Coefficient der Strahlenbrechung für dieselbe Uhrzeit am 11. August, wo die Tageslänge nur 14 St. 57′ beträgt, verlangt worden, so hätte man erhalten

$$k = \frac{0{,}2132 \cdot 590}{897} = 0{,}1402$$

Mit Hülfe der Aufgabe 6. Seite 72. lassen sich auf jedem Stationspunkt die Veränderungen der Strahlenbrechung bestimmen, und daraus kann die Richtigkeit der §. 18. Seite 63. gemachten Voraussetzung über die Gleichheit von Δz und $\Delta z'$ näher beurtheilt werden. Nennen wir auf den zusammengehörigen Stationen A und B, die Coefficienten der Strahlenbrechung k und k', ihre Veränderungen Δk und $\Delta k'$; eben so die auf A und B Statt findenden Brechungswinkel Δz und $\Delta z'$, und ihre Veränderungen δz und $\delta z'$, so erhalten wir

auf der Station A	auf der Station B
1. $\delta z = {}_0z - {}_1z$	1. $\delta z' = {}_0z' - {}_1z'$
2. $\Delta k = \frac{2r\,\delta z}{s\,\omega}$	2. $\Delta k' = \frac{2r\,\delta z'}{s\,\omega}$

z. B. Aus den Beobachtungen am 10. August erhält man für die Station *Ziegenort*

zwischen 19ᵘ 25′ und 19ᵘ 52′ im Mittel 19ᵘ 39′ die Zenithdist. $89^0\,52'\,41''{,}22 = {}_0z$

— 21ᵘ 5′ und 21ᵘ 28′ — — 21ᵘ 16′ — — $89^0\,52'\,48''{,}99 = {}_1z$

folglich $\delta z = -7''{,}77$ und $\log \delta z = 0{,}89042_n$

$\log \frac{2r}{s\,\omega} = 7{,}51074$

$\log \Delta k = 8{,}40116_n \ldots \Delta k = -0{,}0252$

Digitized by Google

Eben so findet man aus den gleichzeitigen Beobachtungen in *Stolzenhagen*

um $19^{u}\ 39'$ die Zenithdistance $90^{0}\ 16'\ 26''{,}80 = {}_{0}z'$

um $21^{u}\ 16'$ — — $90\ 16\ 39{,}20 = {}_{1}z'$

und daraus folgt $\delta z' = -12''{,}4$ und $\Delta k' = -0{,}0402$

Auf dieselbe Weise sind sämmtliche Werthe in der folgenden Tabelle berechnet worden.

Zusammenstellung der beobachteten Veränderungen der Strahlenbrechung.

Zwischen den Stationen	Datum.	Zeitintervall.	Theile des halben Tagebogens.	Veränderungen von Δz und $\Delta z'$ oder Werthe von δz u. $\delta z'$		Veränderungen von k und k'	
				a.d.untern Station.	an d.obern Station.	a.d.untern Station.	an d.obern Station.
Ziegenort - Stolzenhagen . . .	Aug. 10	1 St. 37 M.	0,215	— 7″,77	— 12″,40	— 0,0252	— 0,0402
— — . . .	11	0 51	0,116	+ 4,27	+ 10,13	+ 0,0138	+ 0,0328
Stolzenhagen - Klütz	14	0 32	0,072	+ 2,53	+ 9,04	+ 0,0085	+ 0,0305
— —	15	1 48	0,245	+ 2,78	+ 7,49	+ 0,0094	+ 0,0253
Klütz - Garz	18	1 25	0,193	+ 9,36	+ 5,60	+ 0,0341	+ 0,0204
Garz - Koboldsberg	20	1 28	0,205	+ 22,63	+ 9,52	+ 0,0515	+ 0,0217
— —	21	0 35	0,082	— 3,25	— 2,54	— 0,0074	— 0,0058
— —	21	1 25	0,199	+ 9,03	+ 6,88	+ 0,0205	+ 0,0157
Koboldsberg-Pimpenellenberg	24	1 23	0,196	+ 4,57	+ 6,31	+ 0,0125	+ 0,0173
Pimpenellenberg-Semmelberg	Sept. 7	1 32	0,232	+ 4,90	+ 13,06	+ 0,0209	+ 0,0557
— —	9	0 40	0,102	— 0,23	— 10,97	— 0,0010	— 0,0468
Semmelberg - Löhme	12	0 36	0,093	— 6,07	— 7,58	— 0,0170	— 0,0213
— —	15	1 19	0,208	+ 38,98	+ 22,54	+ 0,1094	+ 0,0633
Löhme - Eiche	16	0 38	0,101	+ 19,12	+ 16,16	+ 0,1008	+ 0,0852
— —	17	0 40	0,106	+ 10,71	+ 17,62	+ 0,0565	+ 0,0929
Eiche - Kreuzberg	19	0 45	0,121	+ 18,23	+ 7,94	+ 0,0727	+ 0,0316
— —	20	0 47	0,127	+ 14,07	+ 7,02	+ 0,0561	+ 0,0280

Die Minuszeichen deuten an, welche Beobachtungen des Vormittags gemacht worden sind.

Unter den 17 Bestimmungen in der obigen Tabelle sind die Veränderungen der Refraktion an der untern Station in neun Fällen kleiner als an der oberen, und in acht Fällen gröfser gewesen. Da nun die Wärmeabnahme im umgekehrten Verhältnifs mit der Strahlenbrechung steht, so geht hieraus hervor, dafs sich die Wärmeabnahme bald in der Tiefe gröfser als in der Höhe, bald in der Höhe gröfser als in der Tiefe gezeigt hat.

Digitized by Google

Die Veränderungen der Strahlenbrechung sind im September gröfser gewesen als im August.

Wenn wir, wie oben, die zu Anfange der Beobachtungen stattfindenden Brechungswinkel Δz und $\Delta z'$, und ihre respektiven Veränderungen während der Beobachtungszeit δz und $\delta z'$ nennen, so erhalten wir nach der Seite 63. gemachten Voraussetzung $\Delta z - \Delta z' = 0$ und $(\Delta z + \delta z) - (\Delta z' + \delta z') = 0$ oder $\Delta z - \Delta z' + \delta z - \delta z' = 0$, woraus hervorgeht, dafs auch $\delta z - \delta z' = 0$ sein mufs, oder: wenn die Brechungswinkel an beiden Stationen gleich bleiben sollen, so müssen auch alle Veränderungen die sie erleiden gleich sein. Dies ist nun aber nach der obigen Tabelle nicht der Fall, indem der Werth von $\delta z - \delta z'$ bald plus bald minus wird, und am 15. Sept. sogar bis auf 16,44 Sec. steigt. Wenn aber die Veränderungen der Strahlenbrechung nicht gleich sind, so sind auch die Brechungswinkel selbst nicht gleich, und wir erhalten anstatt der obigen Gleichung die folgende $\Delta z - \Delta z' + \delta z - \delta z' = m$, welche für die Beobachtungen am 15. Sept. übergeht in $\Delta z - \Delta z' + 16{,}44 = m$. Wenn m hier Null oder doch nahe Null werden soll, so mufs $\Delta z - \Delta z'$ einen gleichen oder nahe gleichen, aber entgegengesetzten Werth von $\delta z - \delta z'$ haben. Dies würde mit andern Worten heifsen: Auf der Station wo der gröfste Brechungswinkel Statt findet ist die Veränderung der Refraktion am kleinsten.

Wenn man die im Ganzen kleinen Gröfsen der wahrscheinlichen Fehler betrachtet (§. 31.) so scheint es fast als ob eine ähnliche, ziemlich vollständige Compensation Statt gefunden haben müsse, denn es zeigt sich bei allen unsern Beobachtungen nur einmal, zwischen *Garz* und *Koboldsberg*, eine Ausnahme.

Die aus den Beobachtungen abgeleiteten Fehler sind aber auf diese Weise, aufser von den Beobachtungsfehlern, noch von der Strahlenbrechung nach einem unbekannten Gesetz abhängig; die wahrscheinlichen Fehler können daher auch kein zuverlässiges Mafs für die Genauigkeit des Höhenunterschiedes abgeben, und es kann nicht befremden, wenn ein grofser wahrscheinlicher Fehler mit einem kleinen wirklichen, und umgekehrt, zusammenfällt. Denn wenn die Beobachtungen an verschiedenen Tagen bei extremen Brechungen des Lichtstrahls angestellt wurden, so wird der wahrscheinliche Fehler bedeutend grofs, der wirkliche dagegen klein ausfallen. Wären z. B. zwischen *Garz* und *Koboldsberg* die Beobachtungen am 21. August entweder gar nicht gemacht oder weggelassen worden, so würde der wahrscheinliche Fehler sehr viel kleiner ausgefallen sein; die Höhendifferenz hätte aber vermuthlich an Sicherheit verloren.

Digitized by Google

§. 33. Bemerkungen über den Einfluſs der Wärmeabnahme auf die Strahlenbrechung, und über die Erscheinungen des Heliotropenlichtes.

Das Licht wird in der Atmosphäre nach denselben Gesetzen wie bei allen durchsichtigen Körpern gebrochen. Wenn daher ein Lichtstrahl aus einer dünneren Luftschicht in eine dichtere übergeht, so wird er von der ersten Richtung so abgelenkt, daſs er sich in der dichteren Schicht der Lothlinie nähert. Unter der Voraussetzung also, daſs die unteren Luftschichten dichter sind als die oberen, muſs der Weg des Lichtstrahls in demselben Sinne gekrümmt sein, wie die Oberfläche der Erde; sind dagegen die oberen Schichten dichter als die unteren, dann wird auch die Krümmung des Strahls im entgegengesetzten Sinne Statt finden: im ersten Fall wird der Gegenstand höher, im zweiten niedriger erscheinen, als er wirklich ist.

Wenn die Atmosphäre einerlei Temperatur hätte, so würden die Luftschichten sich nach dem Gesetz der Schwere über einander lagern; ihre Dichtigkeiten würden in einer geometrischen Progression abnehmen, und k der Coefficient der Refraktion würde sich bestimmen lassen und etwa $\frac{1}{4}$ betragen. Dieser einfache Zustand wird nun aber durch die ungleiche Erwärmung und Ausdehnung, welche im Allgemeinen an der Oberfläche der Erde am stärksten ist und nach der Höhe immer mehr und mehr abnimmt, also in Bezug auf die Dichtigkeit im entgegengesetzten Sinne der Schwere wirkt, mannigfach modificirt. Je gröſser die Wärmeabnahme nach oben ist, desto mehr wird die Dichtigkeit ausgeglichen und die Refraktion vermindert. Wird die Wärmeabnahme so groſs, daſs sie die verschiedenen Dichtigkeiten völlig ausgleicht, dann wird die Refraktion Null, und geht die Wärmeabnahme auch noch über diesen Punkt hinaus, dann werden die unteren Schichten dünner als die oberen, und die Refraktion wird negativ. Je kleiner auf der andern Seite die Wärmeabnahme wird, desto gröſser ist die Refraktion; wird die Wärmeabnahme Null, dann erhält die Refraktion den obigen Werth, der 0,25 nahe kömmt, und geht die Wärmeabnahme in eine Wärmezunahme über, so werden die oberen Luftschichten noch weit dünner, als sie unter dem bloſsen Einfluſs der Schwere sein würden, und die Refraktion wird immer gröſser. Alle diese Refraktions-Erscheinungen kommen wirklich vor,

Digitized by Google

und üben auf die geodätischen Operationen bald einen fördernden, bald einen störenden Einfluſs aus. So sind z. B. bei Ermittelung der Fernsichten die Früh- und Abendstunden, wo die Refraktion in der Regel sehr groſs ist, am vortheilhaftesten; dagegen muſs man aber auch darauf gefaſst sein, daſs solche Aussichten bei kleiner Refraktion oft auf längere Zeit wieder verschwinden.

Die Erscheinungen, welche das Heliotropenlicht darbietet, wenn es aus gröſseren Entfernungen beobachtet wird, sind sehr mannigfaltig. In den nächsten Stunden am Mittage ist es gewöhnlich sehr groſs, blaſs und verwaschen, oft 30 bis 40 Secunden im Durchmesser haltend, und in einer starken hüpfenden Bewegung. Zuweilen ist sogar die Zerstreuung durch die ungleichen Brechungen der Luft so stark, daſs keine Spur des Lichts zu entdecken ist, selbst wenn man die Direction sehr genau kennt; etwas später wird dann ein groſser sehr matter Lichtschein sichtbar, allmählig an Helligkeit zu-, an Ausdehnung abnehmend. Dieser Lichtschein nimmt nach und nach die Gestalt einer Scheibe von 10 bis 15 Secunden Durchmesser an, die hüpfende Bewegung geht in eine zitternde über, und wird nach und nach so gering, daſs man die Scheibe schon mit ziemlicher Sicherheit beobachten kann. Dieser Zustand tritt bald früher bald später, in der Regel zwischen 4 und 5 Uhr ein. Die Lichtscheibe wird näher am Abend immer kleiner und ruhiger, und geht einige Stunden vor Sonnenuntergang in einen kleinen intensiven, oft ganz unbeweglichen Lichtpunkt über, der erst mit dem Untergange der Sonne verschwindet. In der Nähe der Küste, im flachen Lande, oder da wo der Lichtstrahl nahe am Erdboden fortgeht, tritt aber sehr häufig, nach der Ruhe der Bilder, mehr oder weniger kurz vor dem Abend, ein zweites Zittern ein, welches sich von dem ersten dadurch unterscheidet, daſs es nicht immer eine Lichtscheibe bildet, sondern mehr in einem Hüpfen des kleinen Lichtpunktes besteht, das aber meist so stark wird, daſs ein Beobachten darnach unmöglich ist. Des Vormittags findet dieselbe Erscheinung, aber in umgekehrter Ordnung Statt, jedoch mit der Abänderung, daſs das Bild nur selten, und dann nur auf kurze Zeit, in einen kleinen ruhigen Lichtpunkt übergeht. Die Dauer der ruhigen Bilder ist an einzelnen Tagen sehr verschieden, und bei warmem, trockenem, anhaltend heiterem Wetter am längsten.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Inv. Nº 6553.

Digitized by Google